ORTAÖĞRETİM

BİYOLOJİ

11

DERS KİTABI

YAZARLAR

Hülya TOKGÖZ
Uğur Gürel YILMAZ
Ahmet BAGATIR
Berrin YÜCELER
Necati ATALAY

TÜRKİYE CUMHURİYETİ MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

DEVLET KİTAPLARI
...................., 2021

MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ....: 6729
DERS KİTAPLARI DİZİSİ ....: 1770

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, soru ve şekilleri
kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

Editör
Prof.Dr. Yılmaz EMRE

Program Geliştirme Uzmanı
İlke SÖKMEN

Dil Uzmanı
Oya DURAN

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı
Uğur ALTUN

Görsel Tasarım Uzmanı
Mehmet ORHAN

Rehberlik Uzmanı
Egemen ŞENYURT

Grafik Tasarım Uzmanı
Gökhan BAYSAN

ISBN 978-975-11-4629-8

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulunun 28.05.2018 gün ve 78 sayılı kararı
ile ders kitabı olarak kabul edilmiştir.

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

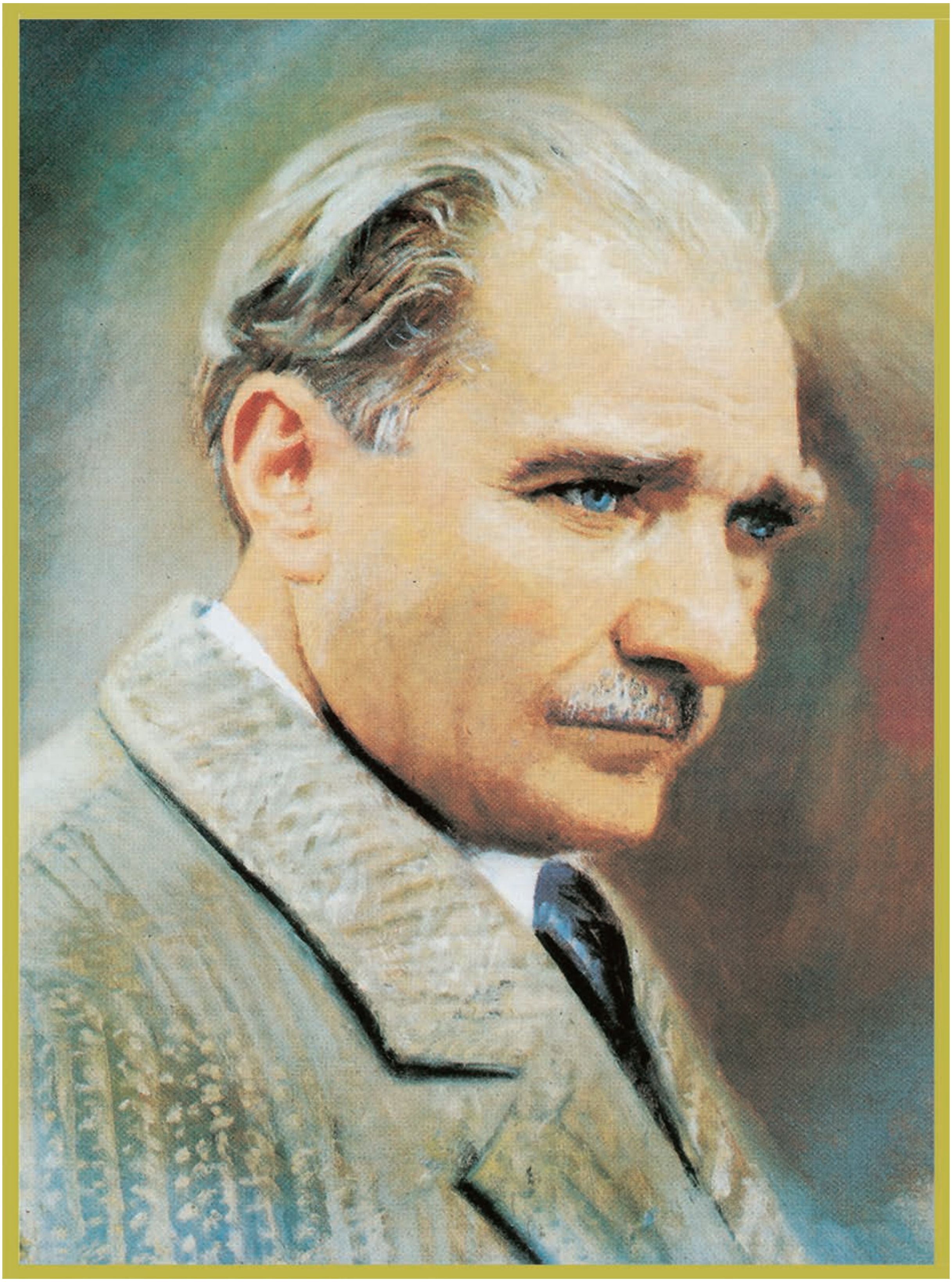
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

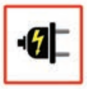
Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



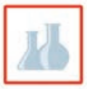
MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

GÜVENLİK İŞARETLERİ



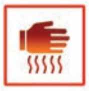
ELEKTRİK GÜVENLİĞİ

Bu piktogram, yapılacak işlemlerde elektriği şehir hattından kullanmak gerektiğini; güç kaynağı kullanırken iletken kısımlara dokunmanın tehlikeli olacağını belirtir.



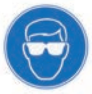
KIRILABİLİR CAM GÜVENLİĞİ

Bu piktogram, cam malzemelerin kırılabileceğini gösterir. Cam malzemeler aşırı ısıtılmamalı ve ani sıcaklık değişimlerine maruz kalmamalıdır.



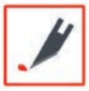
SICAK CİSİM GÜVENLİĞİ

Bu piktogram, yapılacak işlemde bir ısıtıcı ya da sıcak bir yüzeyin olduğunu gösterir. El, ayak ve diğer organların yanmaması için özen gösterilmelidir.



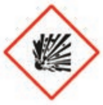
GÖZ GÜVENLİĞİ

Bu piktogram, deneye başlamadan önce gözlük takmak gerektiğini belirtir. Gözlüksüz çalışılırsa göz sağlığı için zarar vericidir.



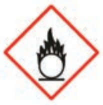
KESİCİ/DELİCİ CİSİM GÜVENLİĞİ

Bu piktogram, yapılacak işlemlerde kesici/delici gereçlerin kullanıldığını ve işlemler sırasında yaralanmalara yol açabileceğini belirtir.



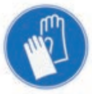
PATLAYICI MADDE

Kıvılcım, ısınma, alev, vurma, çarpma ve sürtünmeye maruz kaldığında patlayabilir. Ateş, kıvılcım ve ısıdan uzak tutulmalıdır.



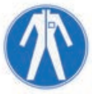
OKSİTLEYİCİ, YAKICI MADDE

Havasız ortamda bile yanabilirler. Yanabilen maddelerle karıştırılırsa patlayabilir. Tutuşturucularla teması önlenmelidir.



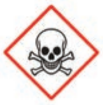
ISI GÜVENLİĞİ

Bu piktogram, yapılacak işlemde çok sıcak bir yüzeyin veya ısıtıcının olduğunu gösterir. El, ayak ve diğer organların yanmaması için ısıya dayanıklı eldiven kullanılmalıdır.



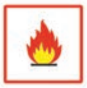
ELBİSE GÜVENLİĞİ

Bu piktogram, laboratuvar deneylerinde kullanılan malzemelerin elbiselere sıçrayarak aşındırıcı etkisinden korunmak için önlük veya tulum kullanılmasının uygun olacağını gösterir.



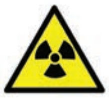
TOKSİK (ZEHİRLİ) MADDE

Ağız, deri ve solunum yolu ile zehirlenmelere neden olur. Kanserojen etki yapabilir. Vücut ile temas ettirilmemelidir. Zehirlenme belirtileri görüldüğünde tıbbi yardım alınmalıdır.



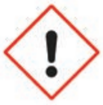
YANGIN GÜVENLİĞİ

Bu piktogram, yapılacak işlemlerde yangın çıkmaması için gerekli önlemlerin alınması gerektiğini ifade eder.



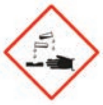
RADYOAKTİF MADDE

Radyasyona neden olur. Canlı dokularına kalıcı hasar veren kanserojen etki yapar. Bu işaretin bulunduğu yerlerden uzak durulmalıdır.



TAHRİŞ EDİCİ MADDE

Alerjik deri reaksiyonlarına neden olur. Ozon tabakasına zarar verebilir. Vücuda ve göze temasından kaçınılmalıdır. Koruyucu giysi giyilmelidir.



KOROZİF (AŞINDIRICI) MADDE

Metalleri ve canlı dokuları aşındırabilen maddelerdir. Deriye ve göze hasar verirler. Göz ve deriyi korumak için önlemler alınmalıdır.

İÇİNDEKİLER

1. ÜNİTE **İNSAN FİZYOLOJİSİ** 13

1. BÖLÜM **DENETLEYİCİ VE DÜZENLEYİCİ SİSTEM, DUYU ORGANLARI** **14**
Sinir Sisteminin Yapısı, Görevi ve İşleyişi **16**
Endokrin Bezler ve Salgıladıkları Hormonlar **32**
Sinir Sistemi Rahatsızlıkları **42**
Sinir Sisteminin Sağlıklı Yapısının Korunması........ **45**
Duyu Organlarının Yapısı ve İşleyişi **46**
Duyu Organlarının Sağlıklı Yapısının Korunması **59**

2. BÖLÜM **DESTEK VE HAREKET SİSTEMİ** **62**
Destek ve Hareket Sisteminin Yapısı, Görevi ve İşleyişi **64**
Destek ve Hareket Sistemi Rahatsızlıkları **79**
Destek ve Hareket Sisteminin Sağlıklı Yapısının Korunması........ **80**

3. BÖLÜM **SİNDİRİM SİSTEMİ**........ **86**
Sindirim Sisteminin Yapısı, Görevi ve İşleyişi **88**
Sindirim Sistemi Rahatsızlıkları **99**
Sindirim Sisteminin Sağlıklı Yapısının Korunması........ **100**

4. BÖLÜM **DOLAŞIM SİSTEMLERİ** **104**
Kalbin, Damarların ve Kanın Yapısı, Görevi ve İşleyişi **106**
Lenf Dolaşımı **120**
Dolaşım Sistemi Rahatsızlıkları **122**
Dolaşım Sisteminin Sağlıklı Yapısının Korunması **124**
Bağışıklık Sistemi **125**

5. BÖLÜM **SOLUNUM SİSTEMİ** **136**
Solunum Sisteminin Yapısı, Görevi ve İşleyişi........ **138**
Alveollerden Dokulara ve Dokulardan Alveollere Gaz Taşınması........ **142**
Solunum Sistemi Rahatsızlıkları........ **144**
Solunum Sisteminin Sağlıklı Yapısının Korunması........ **147**

İÇİNDEKİLER

6. BÖLÜM ÜRİNER SİSTEM 150
Üriner Sistemin Yapısı, Görevi ve İşleyişi 152
Homeostasinin Sağlanmasında Böbreklerin Rolü 157
Üriner Sistem Rahatsızlıkları 158
Üriner Sistemin Sağlıklı Yapısının Korunması 160

7. BÖLÜM ÜREME SİSTEMİ VE EMBRİYONİK GELİŞİM 164
Üreme Sisteminin Yapısı, Görevi ve İşleyişi 166
Üreme Sisteminin Sağlıklı Yapısının Korunması 177
İnsanda Embriyonik Gelişim Süreci 178

1. ÜNİTE ÖLÇME DEĞERLENDİRME SORULARI 185

2. ÜNİTE KOMÜNİTE VE POPÜLASYON EKOLOJİSİ 197

1. BÖLÜM KOMÜNİTE EKOLOJİSİ 198
Komünitenin Yapısına Etki Eden Faktörler 200
Komünitede Tür İçi ve Türler Arasındaki Rekabet 203
Komünitede Türler Arasında Simbiyotik İlişkiler 207
Komünitelerdeki Süksesyon 212

2. BÖLÜM POPÜLASYON EKOLOJİSİ 216
Popülasyonun Yapısı ve Dinamikleri 218

2. ÜNİTE ÖLÇME DEĞERLENDİRME SORULARI 230

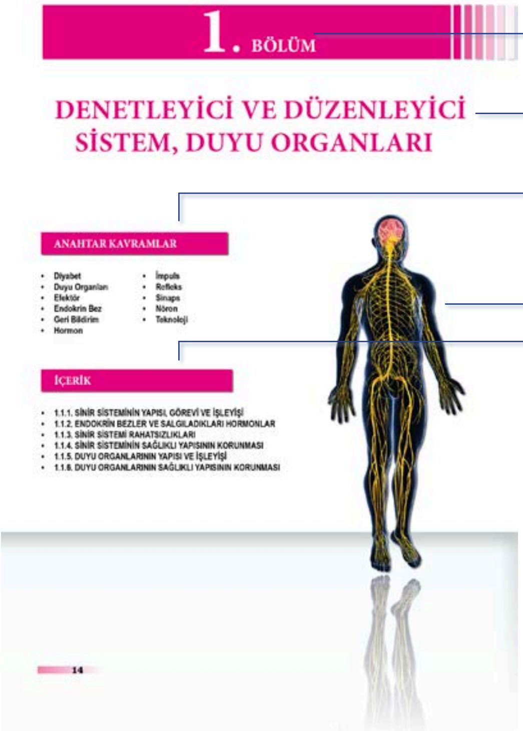
CEVAP ANAHTARLARI 234

SÖZLÜK 238

DİZİN 242

KAYNAKÇA 245

KİTABIN TANITIMI



1. BÖLÜM

DENETLEYİCİ VE DÜZENLEYİCİ SİSTEM, DUYU ORGANLARI

ANAHTAR KAVRAMLAR

- Diyabet
- Duyu Organları
- Efektör
- Endokrin Bez
- Geri Bildirim
- Hormon
- İmpuls
- Refleks
- Sinaps
- Nöron
- Teknoloji

İÇERİK

- 1.1.1. SİNİR SİSTEMİNİN YAPISI, GÖREVİ VE İŞLEYİŞİ
- 1.1.2. ENDOKRİN BEZLER VE SALGILADIKLARI HORMONLAR
- 1.1.3. SİNİR SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI
- 1.1.4. SİNİR SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI
- 1.1.5. DUYU ORGANLARININ YAPISI VE İŞLEYİŞİ
- 1.1.6. DUYU ORGANLARININ SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

14

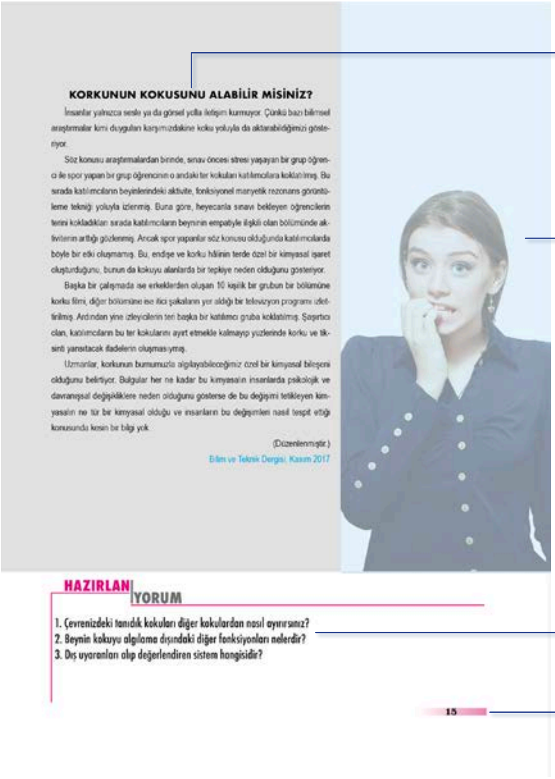
Bölüm numarasını gösterir.

Bölüm adını gösterir.

Anahtar kavramları gösterir.

Bölüm kapak görselini gösterir.

Bölüm içeriğini gösterir.



KORKUNUN KOKUSUNU ALABİLİR MİSİNİZ?

İnsanlar yalnızca sesle ya da görsel yolla iletişim kurmuyor. Çünkü bazı bilimsel araştırmalar kimi duyguları karşımızdakine koku yoluyla da aktarabildiğimizi gösteriyor.

Söz konusu araştırmalardan birinde, sınav öncesi stresi yaşayan bir grup öğrenci ile spor yapan bir grup öğrencinin o andaki ter kokuları katılımcılara koklatılmış. Bu sırada katılımcıların beyinlerindeki aktivite, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme tekniği yoluyla izlenmiş. Buna göre, heyecanla sınavı bekleyen öğrencilerin terini kokladıkları sırada katılımcıların beyninin empatiyle ilişkili olan bölümünde aktivitenin arttığı gözlenmiş. Ancak spor yapanlar söz konusu olduğunda katılımcılarda böyle bir etki oluşmamış. Bu, endişe ve korku hâlinin terde özel bir kimyasal işaret oluşturduğunu, bunun da kokuyu alanlarda bir tepkiye neden olduğunu gösteriyor.

Başka bir çalışmada ise erkeklerden oluşan 10 kişilik bir grubun bir bölümüne korku filmi, diğer bölümüne ise itici şakaların yer aldığı bir televizyon programı izlettirilmiş. Ardından yine izleyicilerin teri başka bir katılımcı gruba koklatılmış. Şaşırtıcı olan, katılımcıların bu ter kokularını ayırt etmekle kalmayıp yüzlerinde korku ve tiksinti yansıtacak ifadelerin oluşmasıymış.

Uzmanlar, korkunun burnumuzla algılayabileceğimiz özel bir kimyasal bileşeni olduğunu belirtiyor. Bulgular her ne kadar bu kimyasalın insanlarda psikolojik ve davranışsal değişikliklere neden olduğunu gösterse de bu değişimi tetikleyen kimyasalın ne tür bir kimyasal olduğu ve insanların bu değişimleri nasıl tespit ettiği konusunda kesin bir bilgi yok.

(Düzenlenmiştir.)

Bilim ve Teknik Dergisi, Kasım 2017

HAZIRLAN YORUM

1. Çevrenizdeki tanıdık kokuları diğer kokulardan nasıl ayırırsınız?
2. Beynin kokuyu algılama dışındaki diğer fonksiyonları nelerdir?
3. Dış uyaranları alıp değerlendiren sistem hangisidir?

15

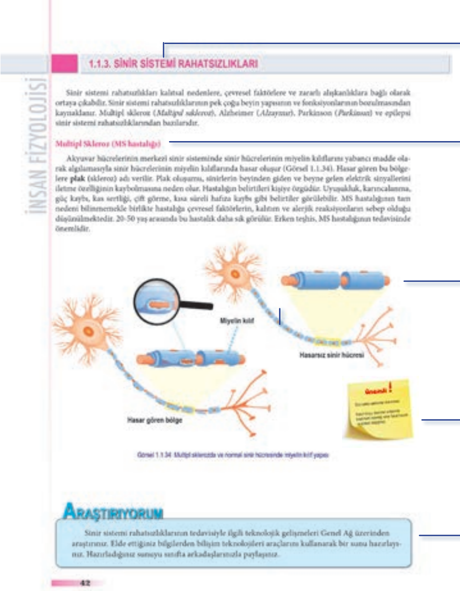
Bölüm hazırlık metnini gösterir.

Bölüm hazırlık metni görseli gösterir.

Bölüm hazırlık sorularını gösterir.

Sayfa numarasını gösterir.

KİTABIN TANITIMI



İNSAN FİZYOLOJİSİ

1.1.3. SİNİR SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI

Sinir sistemi rahatsızlıkları kalıtsal nedenlere, çevresel faktörlere ve zararlı alışkanlıklara bağlı olarak ortaya çıkabilir. Sinir sistemi rahatsızlıklarının pek çoğu beyin yapısının ve fonksiyonlarının bozulmasından kaynaklanır. Multipl skleroz (*Multipıl sıkleroz*), Alzheimer (*Alzaymır*), Parkinson (*Parkinsın*) ve epilepsi sinir sistemi rahatsızlıklarından bazılarıdır.

Multipl Skleroz (MS hastalığı)

Akyuvar hücrelerinin merkezi sinir sisteminde sinir hücrelerinin miyelin kılıflarını yabancı madde olarak algılamasıyla sinir hücrelerinin miyelin kılıflarında hasar oluşur (Görsel 1.1.34). Hasar gören bu bölgelere **plak** (skleroz) adı verilir. Plak oluşumu, sinirlerin beyinden giden ve beyne gelen elektrik sinyallerini iletme özelliğinin kaybolmasına neden olur. Hastalığın belirtileri kişiye özgüdür. Uyuşukluk, karıncalanma, güç kaybı, kas sertliği, çift görme, kısa süreli hafıza kaybı gibi belirtiler görülebilir. MS hastalığının tam nedeni bilinmemekle birlikte hastalığa çevresel faktörlerin, kalıtım ve alerjik reaksiyonların sebep olduğu düşünülmektedir. 20-50 yaş arasında bu hastalık daha sık görülür. Erken teşhis, MS hastalığının tedavisinde önemlidir.

Görsel 1.1.34: Multipl sklerozda ve normal sinir hücresinde miyelin kılıf yapısı

ARAŞTIRIYORUM

Sinir sistemi rahatsızlıklarının tedavisiyle ilgili teknolojik gelişmeleri Genel Ağ üzerinden araştırınız. Elde ettiğiniz bilgilerden bilişim teknolojileri araçlarını kullanarak bir sunu hazırlayınız. Hazırladığınız sunuyu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

42

Konu başlığını gösterir.

Konu alt başlığını gösterir.

Konu görselini gösterir.

Küçük bilgi veya hatırlatmaları gösterir.

Araştırma konusunu gösterir.

Ünite adını gösterir.

Konu ile ilgili okuma parçasını gösterir.

Okuma parçasıyla ilgili görseli gösterir.

İNSAN FİZYOLOJİSİ

OKUMA PARÇASI

BEYNİN PİRİ REİS'İ GAZİ YAŞARGİL

Bilim alanında yüzyıllardır süren çalışmalar tüm insanlığa şekil verebilir. Bu bağlamda bilim insanının ait olduğu ülkeye ve insanlığa karşı sorumluluğu yüksektir. Bu sorumluluğun başında bilimin bulgularına insanlık adına sahip çıkarak toplum yararı için insanlığı bilgilendirmek gelir. Bir bilim insanı buluşlarını, başarılarını erdemiyle birleştirirse başarısı katlanır. Erdem; doğruluk, yardımseverlik, bilgelik, alçakgönüllülük, iyi yüreklilik gibi niteliklerin ortak adıdır. Tüm bu nitelikler yaptığı çalışmalarla ülkesine ve insanlığa katkı sağlayan bilim insanı Prof. Dr. Mahmut Gazi YAŞARGİL'de bütünleşir.

Yaşargil, Türk bilim insanı ve nörocerrahtır. Epilepsi ve beyin tümörlerinin tedavisi için yeni yöntemler bulmuştur. Cerrahi mikroskop ve mikrocerrahi tekniklerini kullanarak ilk kez beyin bypass ameliyatını gerçekleştirmiştir. Beyin cerrahisi çalışmaları yanında on iki sene Parkinson hastalığı ve diğer hareket bozukluklarının tedavisine yönelik ameliyatlar yapmıştır. Zürich'te Nörofizyolog Prof. Oscar Wyss'in yardımıyla ilk defa yüksek frekanslı koagülasyon tekniğini kullanmıştır. Bu teknik küresel kabul görmüştür. Daha sonra mikrotekniği ve sisternal açılım yöntemini tüm beyin ve omurilik cerrahisinde kullanmaya başlamıştır. Bu teknik nöroşirurjide yeni bir çağ açmıştır. Zürich'te mikrocerrahi laboratuvarını kurup beş kıtadan 3000'den fazla cerraha mikrocerrahi tekniği öğretmiştir. Zürich Üniversitesi Nöroşirurji kliniğindeki şeflik görevinden 1993'te emekli olmuştur. Ekim 1994'te Arkansas Üniversitesi'nde kendisine profesörlük görevi verilmiştir. Bu hastanede ameliyatlar yapmış, dersler vermiş, mikronöroşirurji laboratuvarı kurmuş ve mikronöroşirurji kursları hazırlamıştır. 2013'te Arkansas Üniversitesi'nden emekli olarak ülkesine dönmüştür. Farklı ülkelerde Yaşargil adına kurulmuş mikrocerrahi laboratuvarları mevcuttur. Amerikan nörolojik cerrahlar kongresinde "Yüzyılın Adamı 1950-2000" unvanı verilen Yaşargil, birçok mesleki ödülün de sahibidir. Beyin cerrahisinin bu başarılı ismi, cerrahi alanda kullanılan ekipmanları yetersiz bularak cerrahide sayısız teknik araç ve gereç geliştirmiştir. İcat ettiği ameliyat aletlerine Ayşe, Ceylan, eşek semeri gibi Türkçe isimler vermiştir. Kızının adını verdiği beyin loplarını açmada kullanılan otomatik Leyla Ekartörü, damar sıkıştırmada kullanılan Yaşargil Anevrizma Klipleri bunlardan birkaçıdır.

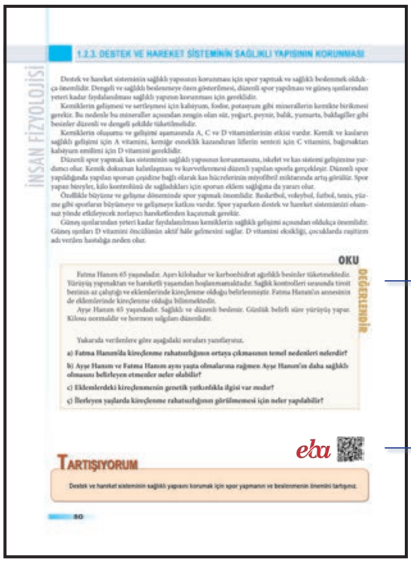
Hayatının büyük kısmını yurtdışında araştırmalar ve çalışmalar yaparak geçirmiş olmasına rağmen öz kültüründen kopmamıştır. Ülkesine bağlıdır. Yaşargil, "Ülkemden ayrılırken bir serüvene gitmedim. İnsanlığa bir katkıda bulunmak arzusundaydım. Türkiye'de doğdum, büyüdüm ve Türkiye'deki okullarda yetiştim. Ana dilim Türkçeye ve halkıma bağlıyım. Geriye baktığımda çalışmalarım yalnız Türk halkına değil, bütün dünya halklarına yardım etmektedir "diyerek öz kültürüne bağlılığını, vatanseverliğini, toplumsal yararcı yönünü pekiştirir. Hastalarıyla kurduğu duygu dili, merhameti, yardımseverliği ünlü cerrahın örnek alınacak diğer özellikleridir. Bilimsel başarılarını insani yönüyle taçlandıran Yaşargil, hastalarıyla kurduğu bağdan şöyle bahseder: "Hastalarınızla yaşı, cinsiyeti ne olursa olsun karşılıklı sonsuz bir sevgiye giriyorsunuz. Hasta size yüzde yüz itimat ederse sıkıntı olmuyor, bağışıklık sistemi sağlam kalıyor. Hastada şüphecilik sezersem hemen ameliyata girmem, gidip bir daha bakarım. Çünkü bu tip hastalarda komplikasyonlar çok çıkıyor."

Bir röportajda Yaşargil, "Zihnin genç kalması için neler önerirsiniz?" sorusuna "Bizim ailece çok iyi hafızamız vardır. Onu iyi tutmak için yalnız mesleğimle ilgili değil edebiyat, felsefe, tarih de okurum." yanıtını verir. "İlim ahlakının hakkını veren mütevazı insan", 2013'ten itibaren Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesinde cerrahi çalışmalara, derslere, konferanslara, laboratuvar çalışmalarına ve mesleki yayınlara devam ederek geleceğin Yaşargillerini yetiştirmektedir. Dünyaca ünlü beyin cerrahı M. Gazi Yaşargil'in yakın arkadaşı olan Can Yücel'in de dediği gibi o, "Beynin Piri Reis'i"dir.

Komisyon tarafından yazılmıştır.

44

KİTABIN TANITIMI



İNSAN FİZYOLOJİSİ

1.2.3. DESTEK VE HAREKET SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Destek ve hareket sisteminin sağlıklı yapısının korunması için spor yapmak ve sağlıklı beslenmek oldukça önemlidir. Dengeli ve sağlıklı beslenmeye özen gösterilmesi, düzenli spor yapılması ve güneş ışınlarından yeteri kadar faydalanılması sağlıklı yapının korunması için gereklidir.

Kemiklerin gelişmesi ve sertleşmesi için kalsiyum, fosfor, potasyum gibi minerallerin kemikte birikmesi gerekir. Bu nedenle bu mineraller açısından zengin olan süt, yoğurt, peynir, balık, yumurta, baklagiller gibi besinler düzenli ve dengeli şekilde tüketilmelidir.

Kemiklerin oluşumu ve gelişimi aşamasında A, C ve D vitaminlerinin etkisi vardır. Kemik ve kasların sağlıklı gelişimi için A vitamini, kemiğe esneklik kazandıran liflerin sentezi için C vitamini, bağırsaktan kalsiyum emilimi için D vitamini gereklidir.

Düzenli spor yapmak kas sisteminin sağlıklı yapısının korunmasına, iskelet ve kas sistemi gelişimine yardımcı olur. Kemik dokunun kalınlaşması ve kuvvetlenmesi düzenli yapılan sporla gerçekleşir. Düzenli spor yapıldığında yapılan sporun çeşidine bağlı olarak kas hücrelerinin miyofibril miktarında artış görülür. Spor yapan bireyler, kilo kontrolünü de sağladıkları için sporun eklem sağlığına da yararı olur.

Özellikle büyüme ve gelişme döneminde spor yapmak önemlidir. Basketbol, voleybol, futbol, tenis, yüzme gibi sporların büyümeye ve gelişmeye katkısı vardır. Spor yaparken destek ve hareket sistemimizi olumsuz yönde etkileyecek zorlayıcı hareketlerden kaçınmak gerekir.

Güneş ışınlarından yeteri kadar faydalanılması kemiklerin sağlıklı gelişimi açısından oldukça önemlidir. Güneş ışınları D vitamini öncülünün aktif hâle gelmesini sağlar. D vitamini eksikliği, çocuklarda raşitizm adı verilen hastalığa neden olur.

OKU DEĞERLENDİR

Fatma Hanım 65 yaşındadır. Aşırı kiloludur ve karbonhidrat ağırlıklı besinler tüketmektedir. Yürüyüş yapmaktan ve hareketli yaşamdan hoşlanmamaktadır. Sağlık kontrolleri sırasında tiroit bezinin az çalıştığı ve eklemlerinde kireçlenme olduğu belirlenmiştir. Fatma Hanım'ın annesinin de eklemlerinde kireçlenme olduğu bilinmektedir.

Ayşe Hanım 65 yaşındadır. Sağlıklı ve düzenli beslenir. Günlük belirli süre yürüyüş yapar. Kilosu normaldir ve hormon salgıları düzenlidir.

Yukarıda verilenlere göre aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

a) Fatma Hanım'da kireçlenme rahatsızlığının ortaya çıkmasının temel nedenleri nelerdir?

b) Ayşe Hanım ve Fatma Hanım aynı yaşta olmalarına rağmen Ayşe Hanım'ın daha sağlıklı olmasını belirleyen etmenler neler olabilir?

c) Eklemlerdeki kireçlenmenin genetik yatkınlıkla ilgisi var mıdır?

ç) İlerleyen yaşlarda kireçlenme rahatsızlığının görülmemesi için neler yapılabilir?

eba

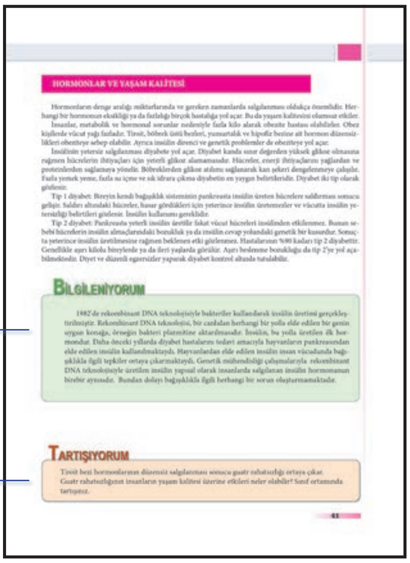
TARTIŞIYORUM

Destek ve hareket sisteminin sağlıklı yapısını korumak için spor yapmanın ve beslenmenin önemini tartışınız.

80

Okuma ve değerlendirme kutusunu gösterir.

Konu ile ilgili karekodu gösterir.



HORMONLAR VE YAŞAM KALİTESİ

Hormonların denge aralığı miktarlarında ve gereken zamanlarda salgılanması oldukça önemlidir. Herhangi bir hormonun eksikliği ya da fazlalığı birçok hastalığa yol açar. Bu da yaşam kalitesini olumsuz etkiler.

İnsanlar, metabolik ve hormonal sorunlar nedeniyle fazla kilo alarak obezite hastası olabilirler. Obez kişilerde vücut yağı fazladır. Tiroit, böbrek üstü bezleri, yumurtalık ve hipofiz bezine ait hormon düzensizlikleri obeziteye sebep olabilir. Ayrıca insülin direnci ve genetik problemler de obeziteye yol açar.

İnsülinin yetersiz salgılanması diyabete yol açar. Diyabet kanda sınır değerden yüksek glikoz olmasına rağmen hücrelerin ihtiyaçları için yeterli glikoz alamamasıdır. Hücreler, enerji ihtiyaçlarını yağlardan ve proteinlerden sağlamaya yönelir. Böbreklerden glikoz atılımı sağlanarak kan şekeri dengelenmeye çalışılır. Fazla yemek yeme, fazla su içme ve sık idrara çıkma diyabetin en yaygın belirtileridir. Diyabet iki tip olarak gözlenir.

Tip 1 diyabet: Bireyin kendi bağışıklık sisteminin pankreasta insülin üreten hücrelere saldırması sonucu gelişir. Saldırı altındaki hücreler, hasar gördükleri için yeterince insülin üretemezler ve vücutta insülin yetersizliği belirtileri gözlenir. İnsülin kullanımı gereklidir.

Tip 2 diyabet: Pankreasta yeterli insülin üretilir fakat vücut hücreleri insülinden etkilenmez. Bunun sebebi hücrelerin insülin almaçlarındaki bozukluk ya da insülin cevap yolundaki genetik bir kusurdur. Sonuçta yeterince insülin üretilmesine rağmen beklenen etki gözlenmez. Hastalarının %90 kadarı tip 2 diyabetlir. Genellikle aşırı kilolu bireylerde ya da ileri yaşlarda görülür. Aşırı beslenme bozukluğu da tip 2'ye yol açabilmektedir. Diyet ve düzenli egzersizler yaparak diyabet kontrol altında tutulabilir.

BİLGİLENİYORUM

1982'de rekombinant DNA teknolojisiyle bakteriler kullanılarak insülin üretimi gerçekleştirilmiştir. Rekombinant DNA teknolojisi, bir canlıdan herhangi bir yolla elde edilen bir genin uygun konağa, örneğin bakteri plazmitine aktarılmasıdır. İnsülin, bu yolla üretilen ilk hormondur. Daha önceki yıllarda diyabet hastalarını tedavi amacıyla hayvanların pankreasından elde edilen insülin kullanılmaktaydı. Hayvanlardan elde edilen insülin insan vücudunda bağışıklıkla ilgili tepkiler ortaya çıkarmaktaydı. Genetik mühendisliği çalışmalarıyla rekombinant DNA teknolojisiyle üretilen insülin yapısal olarak insanlarda salgılanan insülin hormonunun birebir aynısıdır. Bundan dolayı bağışıklıkla ilgili herhangi bir sorun oluşturmamaktadır.

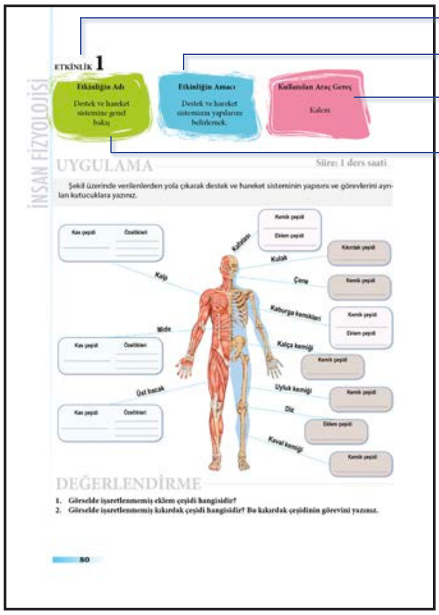
TARTIŞIYORUM

Tiroit bezi hormonlarının düzensiz salgılanması sonucu guatr rahatsızlığı ortaya çıkar. Guatr rahatsızlığının insanların yaşam kalitesi üzerine etkileri neler olabilir? Sınıf ortamında tartışınız.

61

Bilgi kutusunu gösterir.

Tartışma konusunu gösterir.



İNSAN FİZYOLOJİSİ

ETKİNLİK 1

Etkinliğin Adı	Etkinliğin Amacı	Kullanılan Araç Gereç
Destek ve hareket sistemine genel bakış	Destek ve hareket sisteminin yapılarını belirlemek.	Kalem

UYGULAMA — Süre: 1 ders saati

Şekil üzerinde verilenlerden yola çıkarak destek ve hareket sisteminin yapısını ve görevlerini ayrılan kutucuklara yazınız.

DEĞERLENDİRME

1. Görselde işaretlenmemiş eklem çeşidi hangisidir?
2. Görselde işaretlenmemiş kıkırdak çeşidi hangisidir? Bu kıkırdak çeşidinin görevini yazınız.

80

Etkinlik numarasını gösterir.

Etkinliğin amacını gösterir.

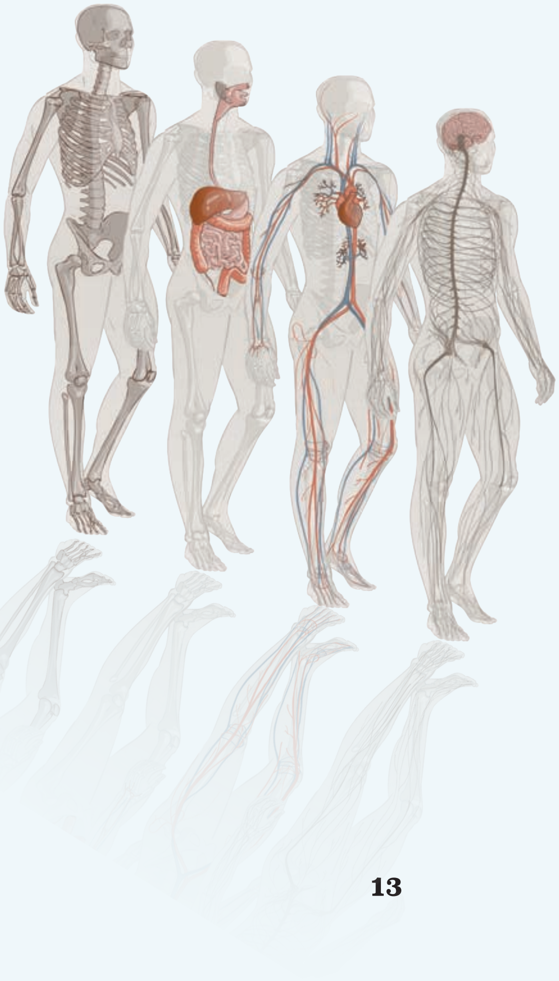
Etkinlikte kullanılan araç ve gereçleri gösterir.

Etkinliğin adını gösterir.

ÜNİTE 1

İNSAN FİZYOLOJİSİ

- Denetleyici ve Düzenleyici Sistem, Duyu Organları
- Destek ve Hareket Sistemi
- Sindirim Sistemi
- Dolaşım Sistemleri
- Solunum Sistemi
- Üriner Sistem
- Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim



1. BÖLÜM

DENETLEYİCİ VE DÜZENLEYİCİ SİSTEM, DUYU ORGANLARI

ANAHTAR KAVRAMLAR

- Diyabet
- Duyu Organları
- Efektör
- Endokrin Bez
- Geri Bildirim
- Hormon
- İmpuls
- Refleks
- Sinaps
- Nöron
- Teknoloji

İÇERİK

- 1.1.1. SİNİR SİSTEMİNİN YAPISI, GÖREVİ VE İŞLEYİŞİ
- 1.1.2. ENDOKRİN BEZLER VE SALGILADIKLARI HORMONLAR
- 1.1.3. SİNİR SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI
- 1.1.4. SİNİR SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI
- 1.1.5. DUYU ORGANLARININ YAPISI VE İŞLEYİŞİ
- 1.1.6. DUYU ORGANLARININ SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

KORKUNUN KOKUSUNU ALABİLİR MİSİNİZ?

İnsanlar yalnızca sesle ya da görsel yolla iletişim kurmuyor. Çünkü bazı bilimsel araştırmalar kimi duyguları karşımızdakine koku yoluyla da aktarabildiğimizi gösteriyor.

Söz konusu araştırmalardan birinde, sınav öncesi stresi yaşayan bir grup öğrenci ile spor yapan bir grup öğrencinin o andaki ter kokuları katılımcılara koklatılmış. Bu sırada katılımcıların beyinlerindeki aktivite, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme tekniği yoluyla izlenmiş. Buna göre, heyecanla sınavı bekleyen öğrencilerin terini kokladıkları sırada katılımcıların beyninin empatiyle ilişkili olan bölümünde aktivitenin arttığı gözlenmiş. Ancak spor yapanlar söz konusu olduğunda katılımcılarda böyle bir etki oluşmamış. Bu, endişe ve korku hâlinin terde özel bir kimyasal işaret oluşturduğunu, bunun da kokuyu alanlarda bir tepkiye neden olduğunu gösteriyor.

Başka bir çalışmada ise erkeklerden oluşan 10 kişilik bir grubun bir bölümüne korku filmi, diğer bölümüne ise itici şakaların yer aldığı bir televizyon programı izletilmiş. Ardından yine izleyicilerin teri başka bir katılımcı gruba koklatılmış. Şaşırtıcı olan, katılımcıların bu ter kokularını ayırt etmekle kalmayıp yüzlerinde korku ve tiksinti yansıtacak ifadelerin oluşmasıymış.

Uzmanlar, korkunun burnumuzla algılayabileceğimiz özel bir kimyasal bileşeni olduğunu belirtiyor. Bulgular her ne kadar bu kimyasalın insanlarda psikolojik ve davranışsal değişikliklere neden olduğunu gösterse de bu değişimi tetikleyen kimyasalın ne tür bir kimyasal olduğu ve insanların bu değişimleri nasıl tespit ettiği konusunda kesin bir bilgi yok.

(Düzenlenmiştir.)

Bilim ve Teknik Dergisi, Kasım 2017

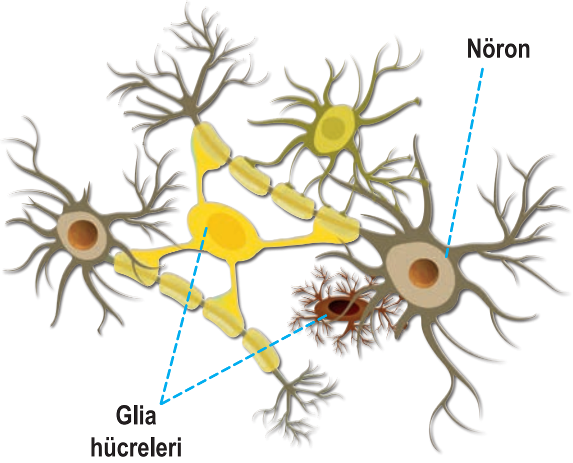
HAZIRLAN YORUM

1. Çevrenizdeki tanıdık kokuları diğer kokulardan nasıl ayırırsınız?
2. Beynin kokuyu algılama dışındaki diğer fonksiyonları nelerdir?
3. Dış uyaranları alıp değerlendiren sistem hangisidir?

1.1.1. SİNİR SİSTEMİNİN YAPISI, GÖREVİ VE İŞLEYİŞİ

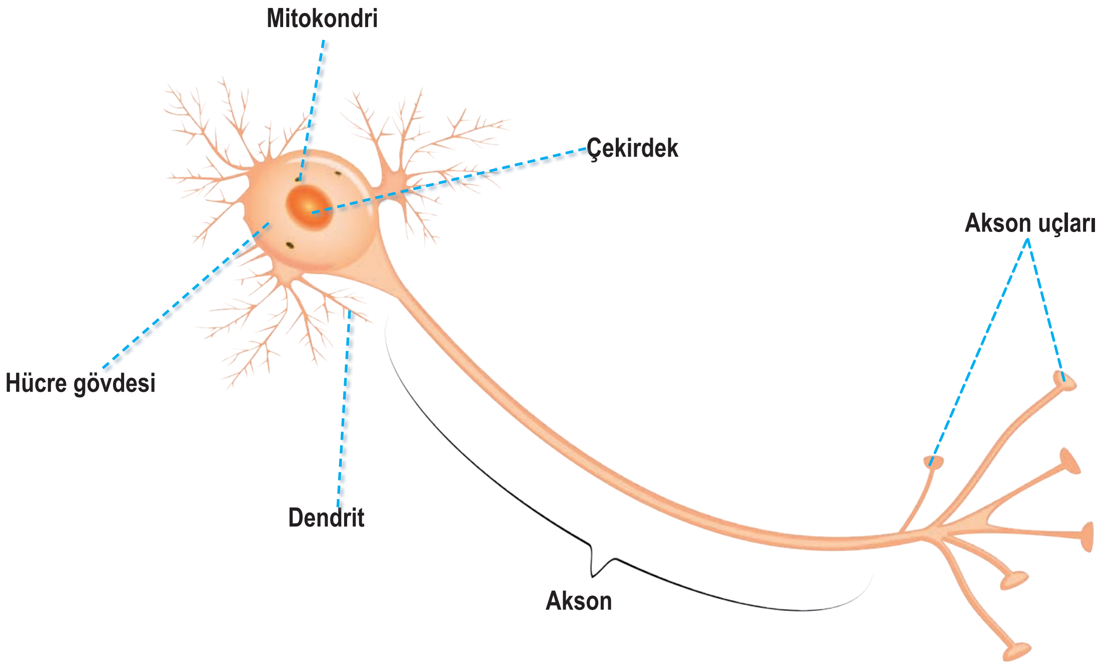
Sinir sistemi, canlının dış çevre ve organizma arasında ilişkisini sağlayan sistemdir. Sinir sisteminin temel organları beyin ve omuriliktir. Beyin ve omuriliğe ait nöronlar (sinir hücreleri) uyarıları alır, değerlendirir ve uyarıyı kaslara veya salgı bezlerine götürür.

Sinir sistemi, sinir dokudan oluşur. Sinir doku **nöron** adı verilen sinir hücreleri ile **glia** denilen yardımcı hücrelerden oluşur (Görsel 1.1.1).



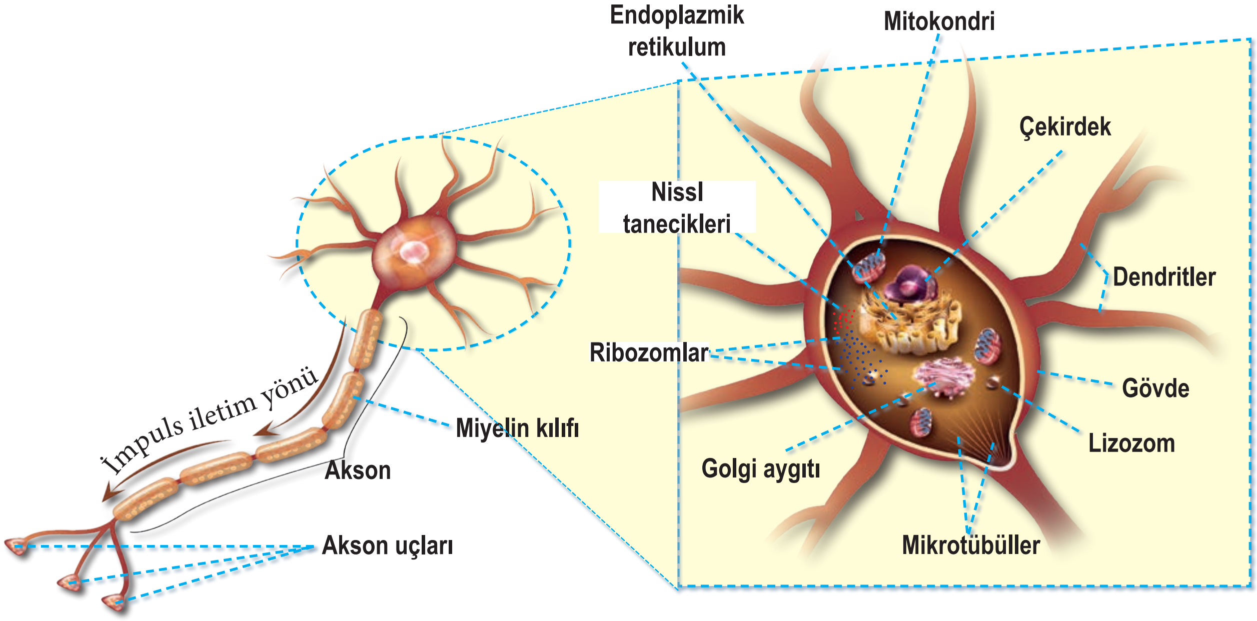
Görsel 1.1.1: Sinir hücreleri ve yardımcı hücreler

Nöron; iç ve dış çevreden gelen uyarıları almak, değerlendirmek, kaslara ve bezlere ileterek uyarılara cevap oluşturmak üzere özelleşmiş hücrelerdir. Sinir sisteminin yapı ve görev birimidir. Nöron, hücre gövdesi ile gövdeden çıkan **akson** ve **dendrit** adı verilen uzantılara sahiptir (Görsel 1.1.2).



Görsel 1.1.2: Nöronun yapısı

Nöronun hücre gövdesi; mitokondri, ribozom, çekirdek, Nissl tanecikleri, Golgi aygıtı gibi organellerden ve sitoplazmadan oluşur. Nissl tanecikleri, protein sentezinde görev alan granüllü endoplazmik retikulum gruplarıdır. Sitoplazmada hücreye şekil veren, madde dolaşımında görev alan **nörofibril** adlı ince telcikler bulunur. Nörofibriller, dendrit ve akson boyunca uzanır (Görsel 1.1.3).



Görsel 1.1.3: Nöron ve nöron hücre gövdesi kısımları

Nöronun çok sayıdaki kısa uzantıları olan dendritler uyarıların alınmasını ve hücre gövdesine iletilmesini sağlar.

Akson, nöronun dendritinden daha uzun olan uzantısıdır. Hücre gövdesinden gelen impuls (uyartı) aksona iletilir, akson boyunca ilerler. Akson, impulsu diğer nöronlara ya da tepki organlarına iletir. Akson, her bir nöron için genellikle tektir. Bir aksonun boyu 1 mm olabildiği gibi bir metre de olabilir. Akson uçlarında dallanmalar görülebilir. Normal bir akson, bu dallardan yüzlerce hatta binlerce içerebilir. Her bir dal, uyarıları alıcı bir hücreye aktaran **sinaptik uç** ile sonlanır. Sinaptik uçtaki dallanmaların çok olması, nöronun etki alanını genişletir.

Aksonların üzerindeki miyelin kılıflar iki tip glia hücresi tarafından oluşturulur. Merkezi sinir sistemindeki nöronların miyelin kılıfı oligodendrositler ve çevresel sinir sistemindeki nöronların miyelin kılıfı ise Schwann (*şıvan*) hücreleri tarafından oluşturulur. Schwann hücreleri aksonu besler, korur, onarır. Beyin, omurilik ve çizgili kasları uyaran nöronlarda Schwann hücreleri lipoprotein yapılı miyelin kılıfı oluşturur. İç organları ve düz kasları uyaran nöronlarda miyelin kılıf yoktur. Akson üzerinde bulunan miyelin kılıf izolasyon sağlar. Bu nedenle miyelinli aksonlarda impulsun iletim hızı, miyelinsiz aksonlara göre daha yüksektir. Akson çapının artması ve miyelin kılıfın bulunması, iletimi hızlandırır. Miyelin kılıf, akson boyunca kesintiye uğrar. Miyelinin kesintiye uğradığı noktalara **Ranvier** (*ranviyer*) **boğumu** denir.

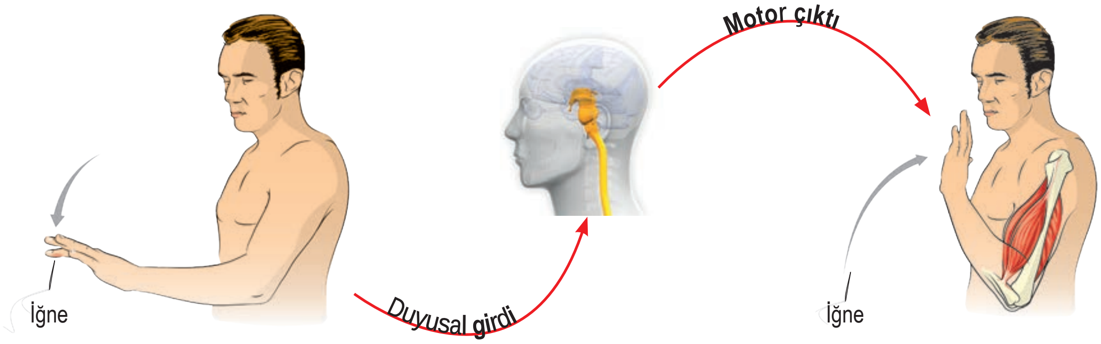
Önemli !

Nöronun sentrozomu yoktur. Kural olarak nöronlar özelleşmiş hücrelerdir, bölünmezler. Ancak son yıllarda beynin hipokampüs bölümündeki sinir hücrelerinin bölünebildiği ve ergin bireylerde bu bölgenin büyüdüğüne dair çalışmalar yapılmıştır. Konu ile ilgili araştırmalar devam etmektedir.

Nöronlar görevlerine göre duyu nöronu, ara nöron ve motor nöron olmak üzere üç çeşittir:

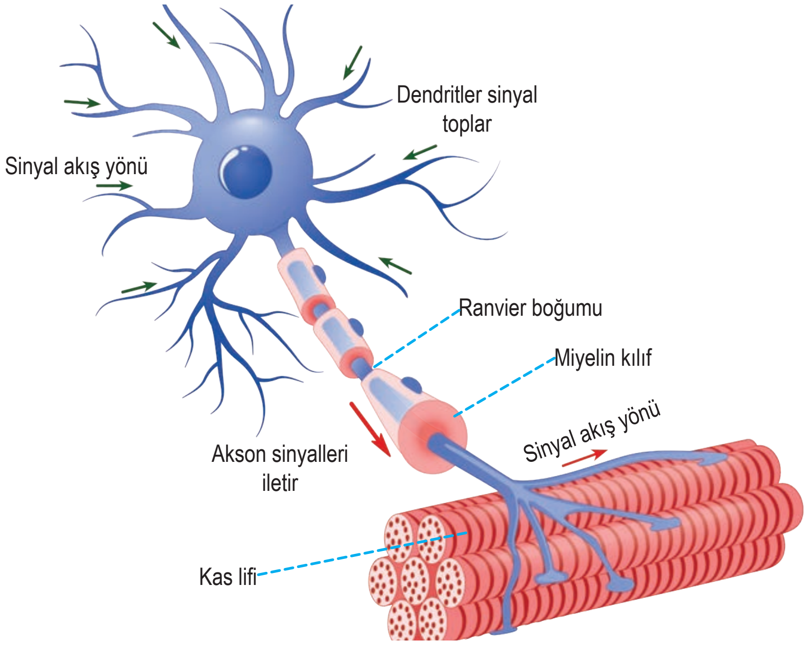
1. Duyu nöronu: İç organlarından ve duyu organlarındaki reseptörlerden aldığı uyarıları merkezî sinir sistemindeki beyin ve omuriliğe iletir. Bu nöronlara **getirici nöronlar** da denir. Örneğin elinize iğne battığında derideki reseptörler sayesinde duyu nöronu, uyarıyı elektrik sinyallerine dönüştürür. Bu sinyallerin oluşturduğu duyusal girdi, önce omuriliğe daha sonra beyne iletilir.

2. Ara nöron: Merkezî sinir sisteminde yer alan nörondur. Beyin ve omurilik merkezî sinir sistemini oluşturur. Duyu nöronunun beyne getirdiği bilgiyi işler, anlamlandırır, oluşturduğu yanıtı motor nörona iletir. Duyu nöronu ile motor nöronu arasında bağlantıyı sağladığından ara nörona **bağlantı nöronu** da denir. Örneğin elinize iğne battığında acı hissinin oluşması ve "Elini çek!" emrinin verilmesi, ara nöron sayesinde olur (Görsel 1.1.4).



Görsel 1.1.4: Sinir sisteminde nöronların işleyişi

3. Motor nöron: İşlenmiş bilgi sonucu oluşan yanıtı motor çıktı olarak merkezî sinir sisteminden efektör (tepki) organına götüren nörondur. Motor nöron impulsu kaslara, salgı bezine ya da başka bir nörona taşır (Görsel 1.1.5). Motor nöronlara **götürücü nöron** da denir. Bu nöronun hücre gövdesi, merkezî sinir sisteminde aksonları ise çevresel sinir sisteminde yer alır.



Görsel 1.1.5: Motor nörondan kas lifine impulsun iletimi

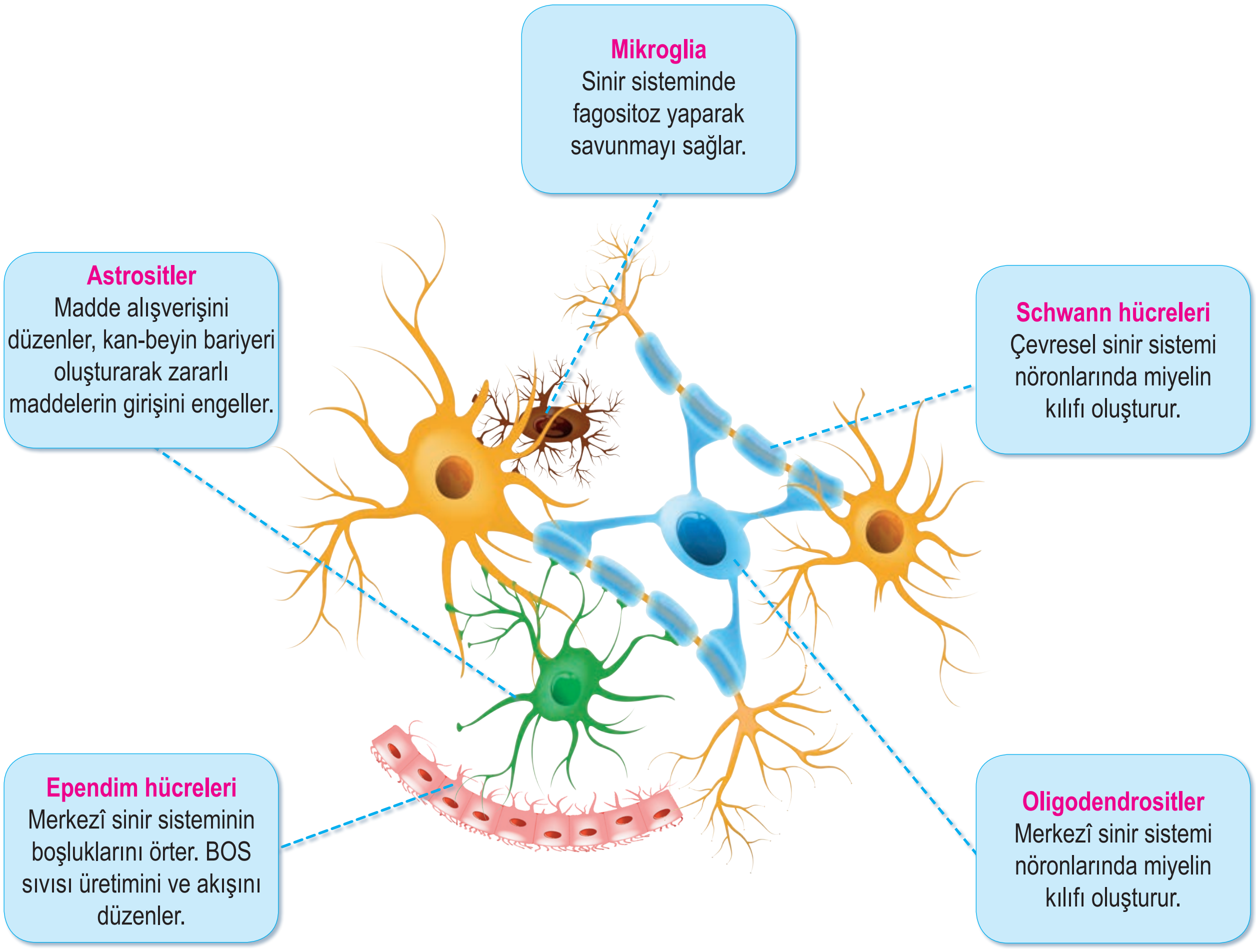
Önemli !

Canlının çevresindeki ışık, sıcaklık, basınç ve kimyasal maddeler gibi uyarıcı etkileri alan duyu organlarındaki özelleşmiş hücrelere **reseptör** denir.

Önemli !

Merkezî sinir sisteminde değerlendirilen impulslara tepki oluşturan kas lifi ve salgı bezi gibi organlara **efektör organ** denir.

Sinir sisteminde nöronlara yapısal ve işlevsel desteklik sağlayan yardımcı hücrelere **glia hücreleri** denir (Görsel 1.1.6).



Mikroglia
Sinir sisteminde fagositoz yaparak savunmayı sağlar.

Astrositler
Madde alışverişini düzenler, kan-beyin bariyeri oluşturarak zararlı maddelerin girişini engeller.

Schwann hücreleri
Çevresel sinir sistemi nöronlarında miyelin kılıfı oluşturur.

Ependim hücreleri
Merkezî sinir sisteminin boşluklarını örter. BOS sıvısı üretimini ve akışını düzenler.

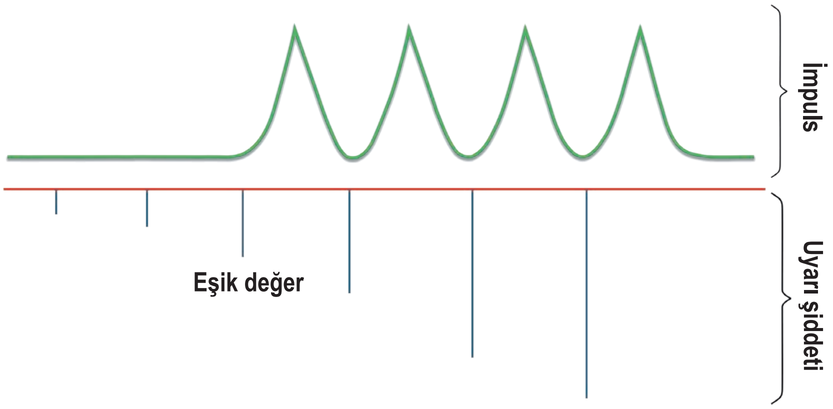
Oligodendrositler
Merkezî sinir sistemi nöronlarında miyelin kılıfı oluşturur.

Görsel 1.1.6: Glia hücreleri ve görevleri

Sinir sistemi ve hormonal sistem, denetleyici ve düzenleyici göreve sahiptir. İç dengenin korunması ve sabit tutulmasında sinir sistemi ve hormonlar birlikte çalışır. Canlının iç ortamından ve dış çevresinden gelen değişkenlere **uyarı** adı verilir. Sinir hücresi uyarıldığında sinir hücresinde meydana gelen değişimlere **impuls** denir. İmpuls nörondan geçerken elektriksel ve kimyasal değişim gerçekleşir. İmpuls iletimi sırasında sodyum - potasyum pompası etkisiyle nöron zarında iyon geçişleri elektriksel yük değişimlerine neden olur. İmpuls iletimi sırasında meydana gelen aktif taşıma, oksijenli solunum, glikozun azalması gibi olaylar ise kimyasal olaylardır. Örneğin iskelet kaslarına gönderilen impuls etkisiyle dış ortamdaki değişikliklere tepki verilir. Tehlikeli bir hayvanla karşılaşıldığında sinir sistemi, iskelet kaslarını uyarır ve birey tehlikeli hayvandan kaçar. Bu tepki sayesinde vücudu dış ortamdaki değişikliklere karşı kontrol eder. Düz kasa, kalp kasına ve salgı bezlerine gönderilen bilgilerle iç ortamdaki değişiklikler kontrol edilir. Korku neticesinde kan basıncının yükselmesi ve kalp atışlarının artması ise iç ortamdaki değişikliklerdir. Sinir sistemi, homeostasinin sağlanmasının yanı sıra refleksi, hafızayı, öğrenmeyi denetler. Bilgilerin değerlendirilmesini sağlar.

Bir nöronda impulsun yönü, genellikle dendritten akson ucuna doğrudur. Nöronlar arasında impulsun yönü ise bir nöronun akson ucundan diğer nöronun dendritine doğrudur.

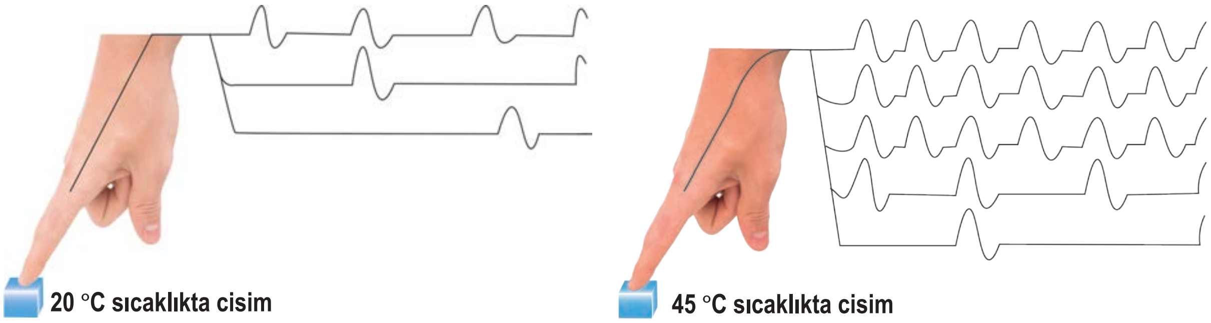
Bir nöronda impuls oluşturan en küçük uyarı şiddetine **eşik değer** (eşik şiddeti) denir. Nöron, eşik değerden küçük şiddetteki uyarılara cevap vermez ve impuls oluşmaz. Eşik değer ve daha büyük şiddetteki uyarılara ise aynı şiddette cevap verir ve impuls oluşur. Buna **ya hep ya hiç prensibi** denir (Grafik 1.1.1).



Grafik 1.1.1: Ya hep ya hiç prensibi

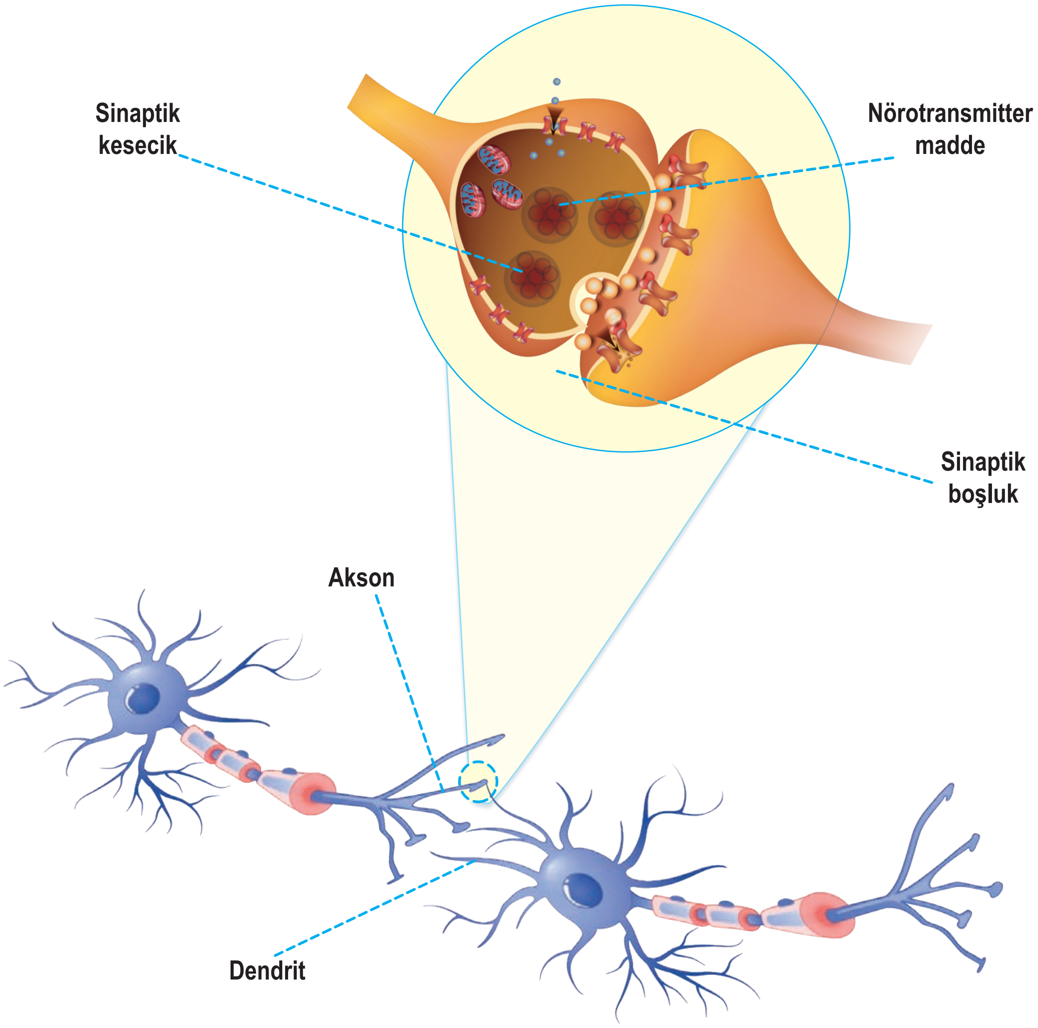
Ya hep ya hiç prensibine göre uyarı, eşik değerin üzerindeyse sinir telinde oluşan impuls aynı hızda ve aynı şiddette ilerlemeye devam eder. Bunun sebebi impuls iletilirken gerekli olan enerjinin nöron tarafından sağlanmasıdır. Belli bir eşik şiddetini aşan uyarılara nöronun oluşturduğu tepki, eşik değerdeki uyarıya verilen tepkiyle aynıdır. Bu durum, tek sinir teli ya da tek kas teli için geçerlidir. Sinir demeti ya da kas demeti için geçerli değildir. Çünkü sinir demetini oluşturan her bir sinir telinin uyarılmasını sağlayan eşik değer farklıdır. Sinir demetinde düşük şiddetteki uyarılar, önce kolay uyarılan nöronlarda impuls oluşturur.

Uyaran şiddeti arttıkça uyarılan nöron sayısı ve impuls sayısı artar ve böylece uyarıya daha güçlü yanıt verilir. Örneğin 20 °C sıcaklıkta bir cisme dokunulduğunda beyne iletilen impuls sayısı ile 45 °C sıcaklıkta bir cisme dokunulduğunda beyne iletilen impuls sayısı aynı değildir. Bu nedenle elin 45 °C sıcaklığa verdiği tepki, 20 °C sıcaklığa verdiği tepkiden fazladır (Görsel 1.1.7).



Görsel 1.1.7: Uyarı şiddetinin artışına bağlı impuls oluşumu

Aksonların sinaptik ucu (sinaptik yumru), başka bir nöronun hücre gövdesine, salgı bezine ya da kasa bağlantı yapar. Bu bağlantı noktalarına **sinaps** denir (Görsel 1.1.8).



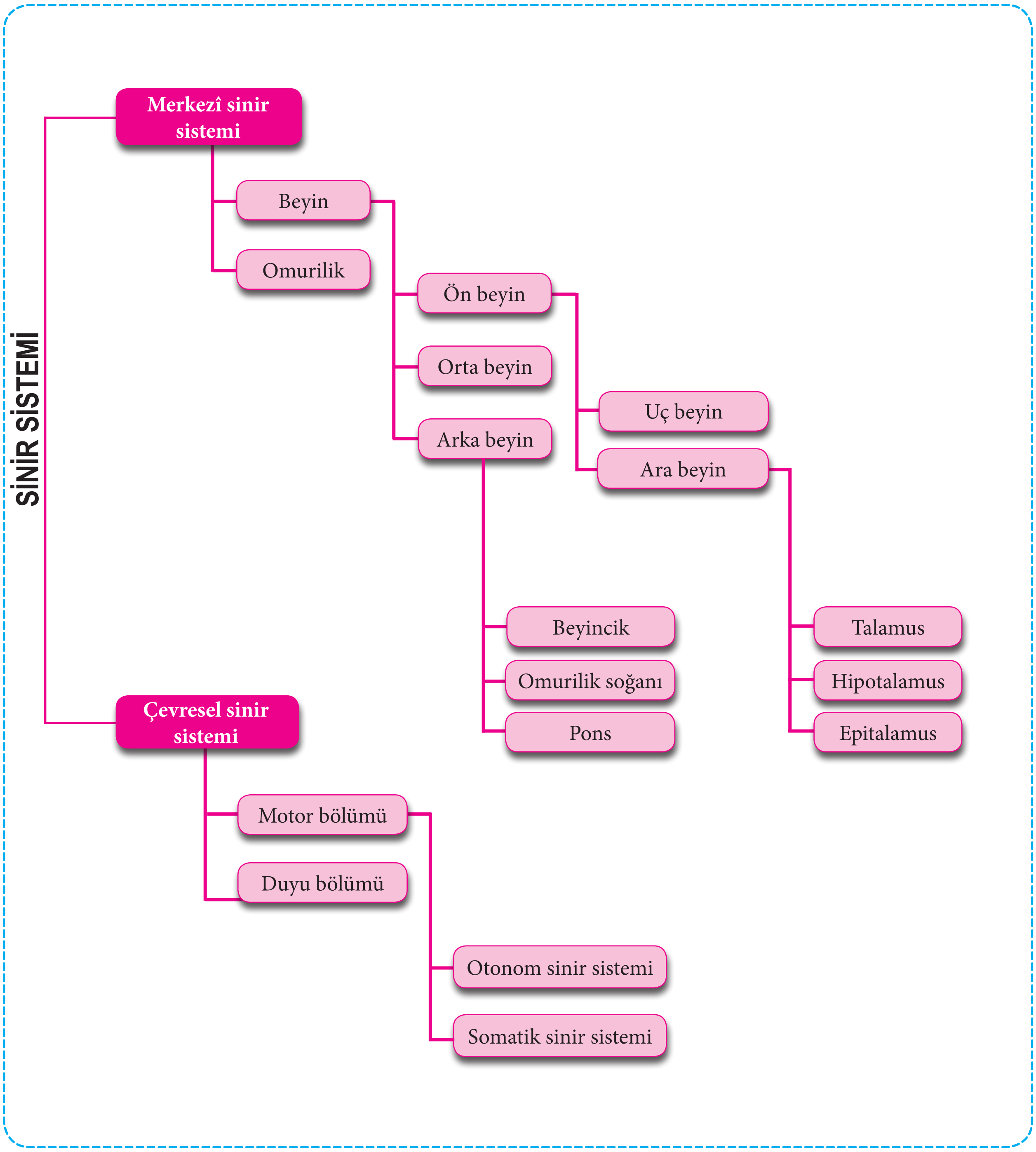
Görsel 1.1.8: Nöronlar arasındaki sinaps

Bağlantı noktalarında sinaptik boşluk denilen boşluklar yer alır. Sinaptik uçta bulunan sinaptik keseciklerden **nörotransmitter** madde ekzositozla sinaptik boşluğa verilir ve orada difüzyonla yayılır. Sinaptik keselerden salgılanan asetilkolin, serotonin, noradrenalin, dopamin, histamin gibi salgılar nörotransmitter maddelerdir. Bu maddeler, kimyasal olarak bilgiyi bir nörondan diğer nörona aktarır. Sinapslarda impuls iletim hızı aksonlardaki iletim hızından yavaştır. Sinapsa gelen her impuls, sinapstan geçemez. Çünkü nörotransmitter maddeler impulsun iletileceği nöronu uyarabilir ya da inhibe edebilir. Bir nörotransmitter madde bir nöronu uyarırken bir başka nöronu inhibe edebilir. Görevi biten nörotransmitterler, hidroliz edilir ya da geri emilir.

SİNİR SİSTEMİ BÖLÜMLERİ

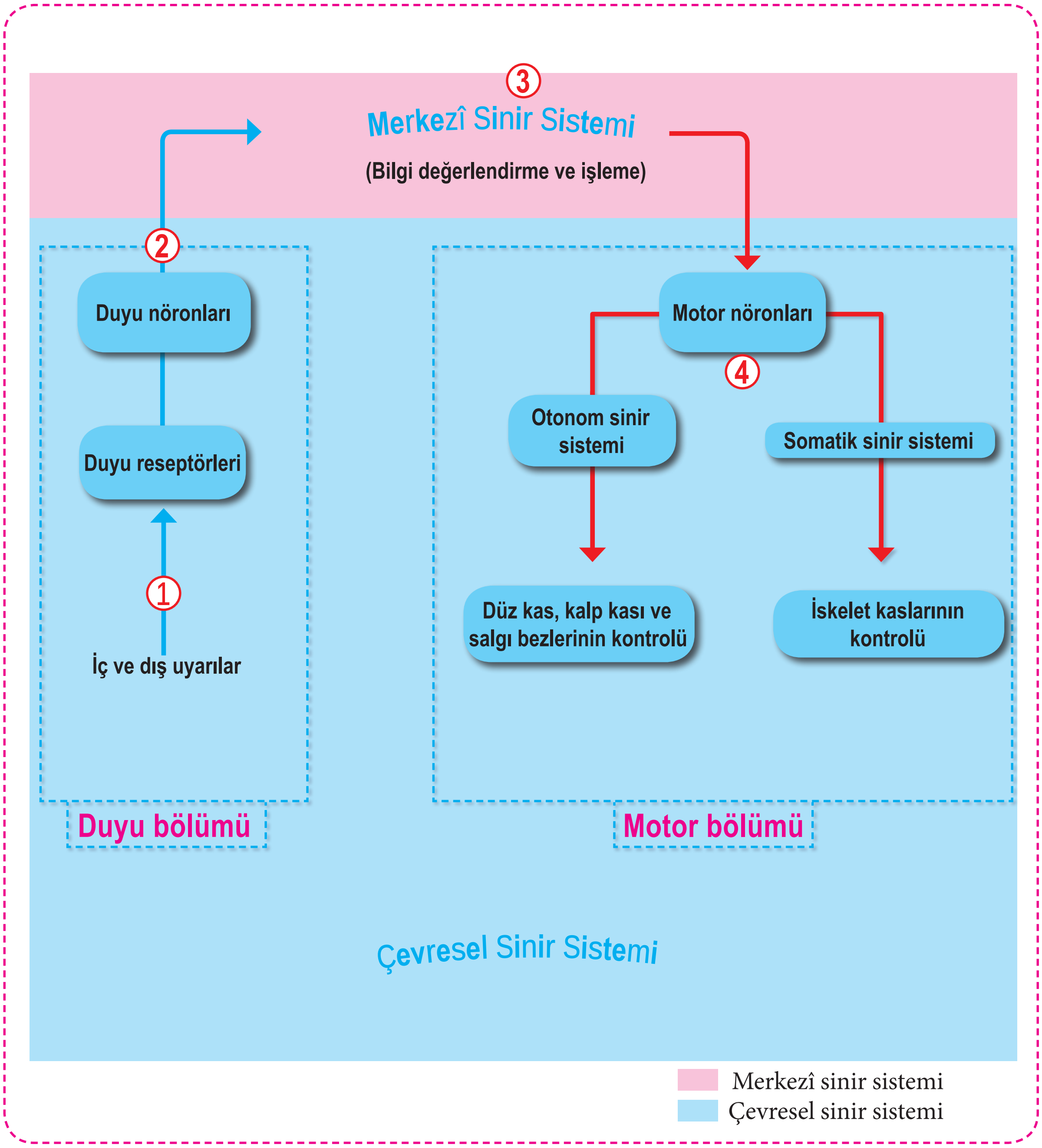
Sinir sistemi, merkezî sinir sistemi ve çevresel sinir sistemi olmak üzere iki bölümden oluşur (Tablo 1.1.1).

Tablo 1.1.1: Sinir Sisteminin Bölümleri


SİNİR SİSTEMİ
Merkezî sinir sistemi
Beyin
Omurilik
Ön beyin
Orta beyin
Arka beyin
Uç beyin
Ara beyin
Beyincik
Omurilik soğanı
Pons
Talamus
Hipotalamus
Epitalamus
Çevresel sinir sistemi
Motor bölümü
Duyu bölümü
Otonom sinir sistemi
Somatik sinir sistemi

Merkezî sinir sistemi beyin ve omurilikten oluşur. Ara nöronlar ve motor nöronların hücre gövdeleri merkezî sinir sisteminin yapısını oluşturur. Çevresel sinir sisteminde beyin ve omurilikten çıkan sinirler ve bu sinirlerin hücre gövdelerinden oluşan **gangliyon** denilen sinir düğümleri yer alır. Duyu ve motor nöronlar, çevresel sinir sisteminin yapısını oluşturur. Çevresel sinir sistemi, organizmaya içeriden ve dışarıdan gelen uyarıları reseptörlerle alır (1), duyu nöronuyla merkezî sinir sistemine iletir (2). Merkezî sinir sistemindeki ara nöronlar impulsu değerlendirir ve impulsa bir yanıt oluşturur (3). Oluşan yanıtı, motor nöronlar efektör adı verilen hedef organlara iletir (4) (Tablo 1.1.2).

Tablo 1.1.2: Sinir Sisteminin İşleyiş Mekanizması


③
Merkezî Sinir Sistemi
(Bilgi değerlendirme ve işleme)
②
Duyu nöronları
Duyu reseptörleri
①
İç ve dış uyarılar
Motor nöronları
④
Otonom sinir sistemi
Somatik sinir sistemi
Düz kas, kalp kası ve salgı bezlerinin kontrolü
İskelet kaslarının kontrolü
Duyu bölümü
Motor bölümü
Çevresel Sinir Sistemi
Merkezî sinir sistemi
Çevresel sinir sistemi

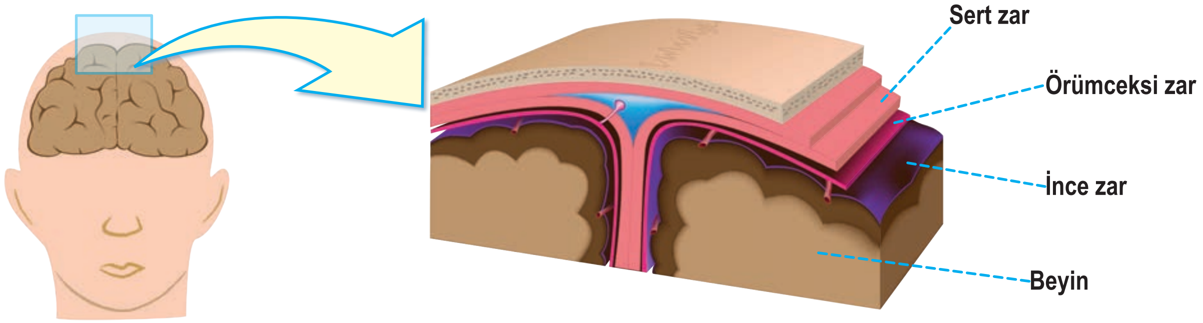
Merkezî Sinir Sistemi

Merkezî sinir sisteminin parçaları olan beyin ve omurilik meninges adı verilen üç katlı zarla çevrilidir. Bu zarlar dıştan içe doğru sert zar, örümceksi zar ve ince zar olmak üzere üç bölümde incelenir (Görsel 1.1.9).

Sert zar, kafatası kemiklerine yapışıktır. Beyni dış etkilere karşı korur. Bu zar omur kemiklerine yapışık değildir.

Örümceksi zar, sert zar ile ince zarı bağ doku lifleriyle birbirine bağlar. Örümceksi zar ile ince zar arasında **beyin omurilik sıvısı** (BOS) bulunur. BOS, merkezî sinir sisteminin iyon dengesini kontrol eder; beyni basınca ve travmaya karşı korur, nöronlar ile kan arasında madde alışverişini düzenler.

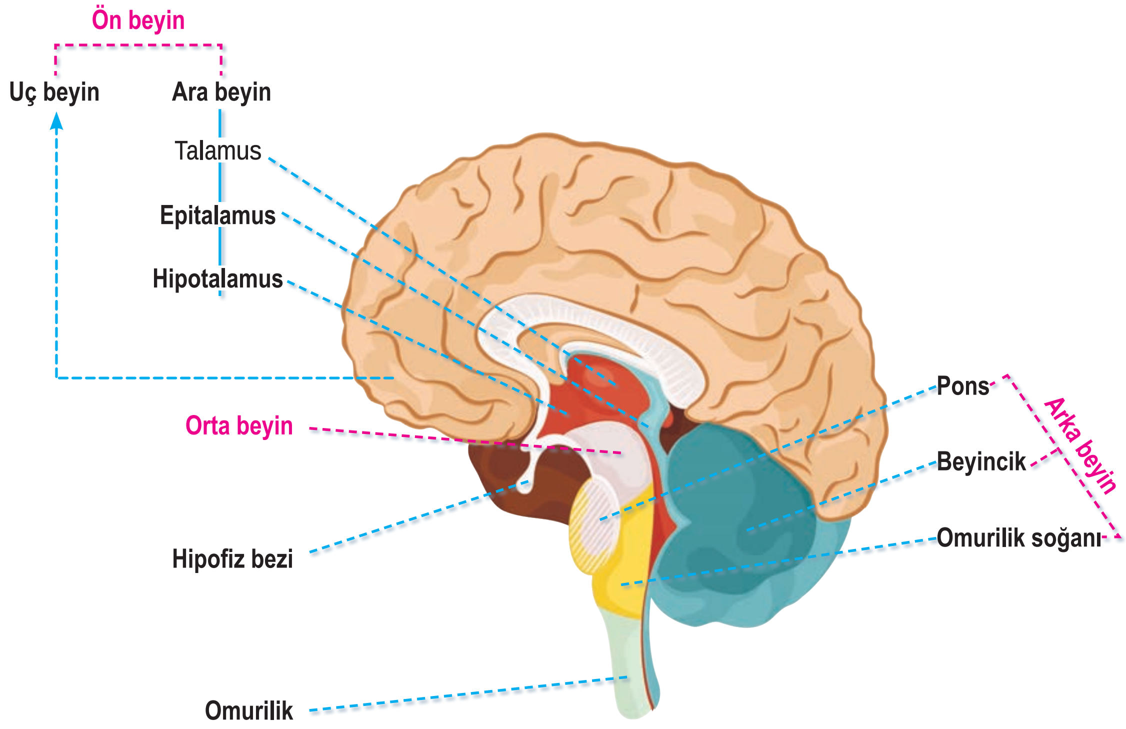
İnce zar, beynin girinti ve çıkıntılarına giren zardır. Bol miktarda kan damarı taşır. Kan damarları sayesinde beyin, oksijen ve glikoz ihtiyacını karşılar.


Sert zar
Örümceksi zar
İnce zar
Beyin

Görsel 1.1.9: Beyin zarları

Beyin: Sinir sisteminin ana komuta merkezi olan beyin, veri değerlendirme merkezi gibi çalışır. Gelen bilgiyi değerlendirdikten sonra emre dönüştürür ve emri ilgili birimlere gönderir.

İnsan beyni ön beyin, orta beyin, arka beyin olmak üzere üç ana bölümde incelenir (Görsel 1.1.10).


Ön beyin
Uç beyin
Ara beyin
Talamus
Epitalamus
Hipotalamus
Orta beyin
Hipofiz bezi
Omurilik
Pons
Beyincik
Omurilik soğanı
Arka beyin

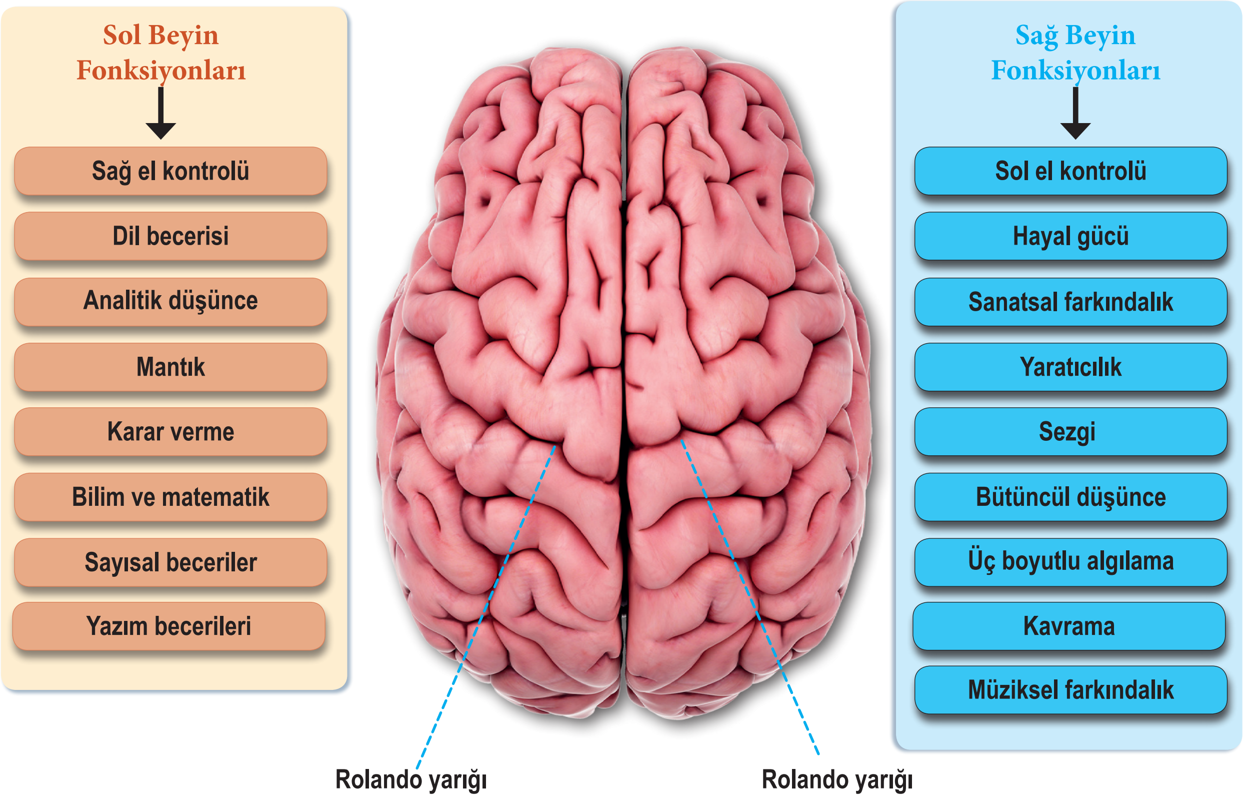
Görsel 1.1.10: Beynin bölümleri

1. Ön beyin: Ön beyin, beynin en büyük bölümüdür. Uç beyin ve ara beyin olmak üzere iki çeşittir.

Uç beyin (Beyin yarım küreleri): Sağ ve sol iki yarım küreden oluşan bölümdür. Büyük ölçüde sol yarım küre, vücudun sağ tarafından gelen uyarıları alır ve kontrol eder, sağ yarım küre vücudun sol tarafından gelen uyarıları alır ve kontrol eder.

Beynin ön lobu ile yan lobunu ayıran enine girintiye **Rolando yarığı** denir. Rolando yarığının ön kısmında motor nöronları, arka kısmında duyu nöronları bulunur. Beyin yarım küreleri, alttan beyin üçgeniyle üstten nasırlı cisimle birbirine bağlıdır.

Uç beyinden enine kesit alındığında dışta boz (gri) madde, içte ak (beyaz) madde yer alır. Boz madde nöron gövdelerinden ve dendritlerden; ak madde miyelinli nöronların aksonlarından oluşur. Uç beyne **beyin kabuğu (korteks)** denir. Beyin kabuğunun üst kısmı kıvrımlıdır. Beyin kabuğunda istemli kas hareketlerini, duyu organlarından gelen duyuların algılanmasını, hafıza ve düşünme gibi fonksiyonları yöneten merkezler vardır (Görsel 1.1.11).

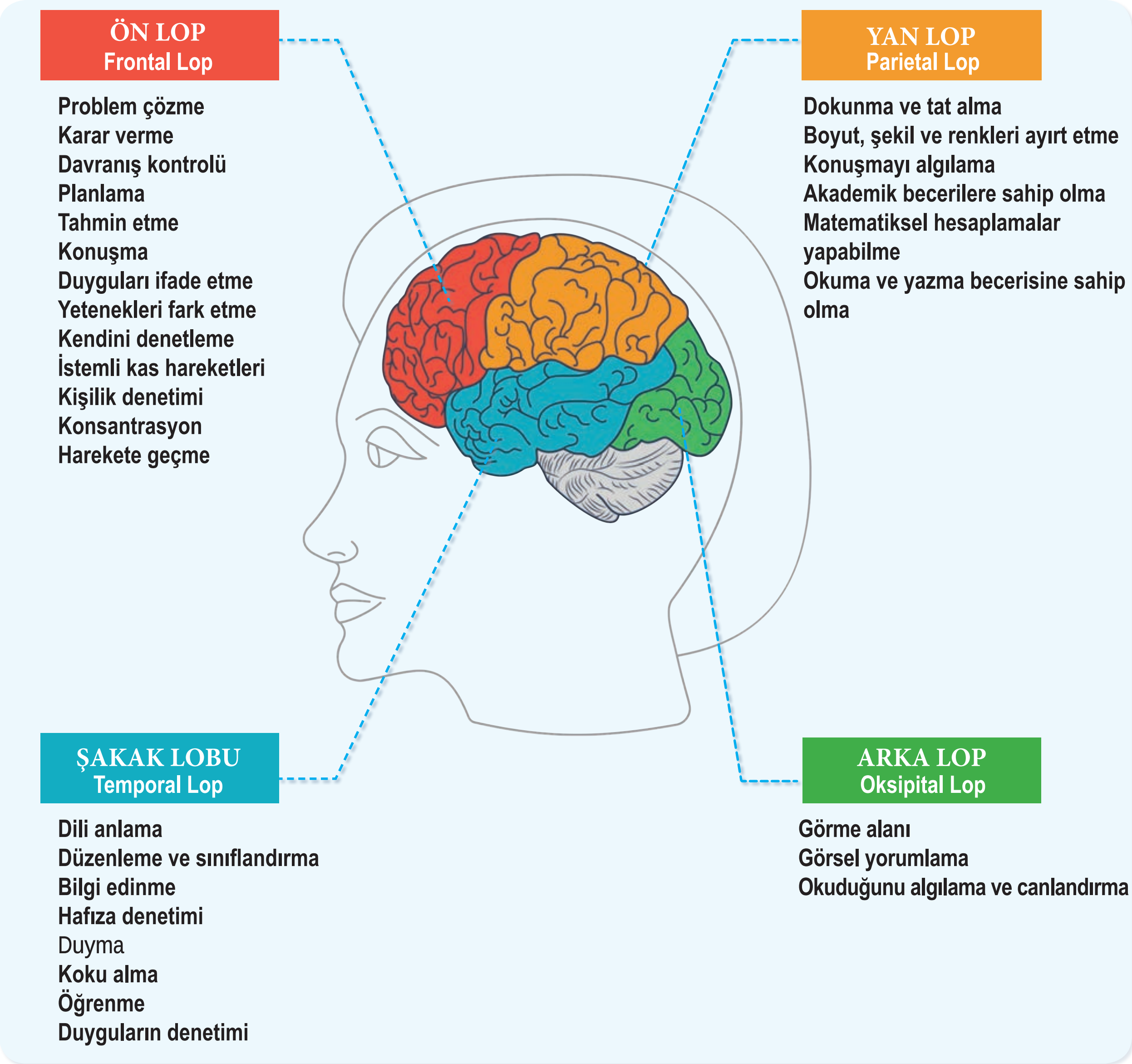

Sol Beyin Fonksiyonları
Sağ el kontrolü
Dil becerisi
Analitik düşünce
Mantık
Karar verme
Bilim ve matematik
Sayısal beceriler
Yazım becerileri
Sağ Beyin Fonksiyonları
Sol el kontrolü
Hayal gücü
Sanatsal farkındalık
Yaratıcılık
Sezgi
Bütüncül düşünce
Üç boyutlu algılama
Kavrama
Müziksel farkındalık
Rolando yarığı
Rolando yarığı

Görsel 1.1.11: Uç beynin fonksiyonları

ARAŞTIRIYORUM

Vücutta görevini yerine getiremeyen bir organın yerine canlı veya kadavradan alınan sağlam bir organın cerrahî yöntemlerle nakledilmesi işlemine **organ nakli** denir. Organ bağışı yapmak nakil için bekleme listesindeki hastalara yaşam umududur. Organ nakli sırasında beyin ölümü gerçekleşmiş bireylerin organları kullanılmaktadır. Bunun nedenini organ nakli merkezlerinden, il sağlık müdürlüklerinden ve Genel Ağ üzerinden araştırınız. Araştırma sonuçlarını sınıf içerisinde arkadaşlarınızla paylaşınız.

Beyin yarım küreleri ön lop, yan lop, şakak lobu ve arka lop olmak üzere dört çeşittir. Her lobun farklı görevleri vardır (Görsel 1.1.12).



ÖN LOP
Frontal Lop

- Problem çözme
- Karar verme
- Davranış kontrolü
- Planlama
- Tahmin etme
- Konuşma
- Duyguları ifade etme
- Yetenekleri fark etme
- Kendini denetleme
- İstemli kas hareketleri
- Kişilik denetimi
- Konsantrasyon
- Harekete geçme

YAN LOP
Parietal Lop

- Dokunma ve tat alma
- Boyut, şekil ve renkleri ayırt etme
- Konuşmayı algılama
- Akademik becerilere sahip olma
- Matematiksel hesaplamalar yapabilme
- Okuma ve yazma becerisine sahip olma

ŞAKAK LOBU
Temporal Lop

- Dili anlama
- Düzenleme ve sınıflandırma
- Bilgi edinme
- Hafıza denetimi
- Duyma
- Koku alma
- Öğrenme
- Duyguların denetimi

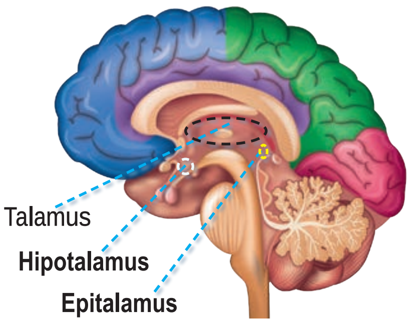
ARKA LOP
Oksipital Lop

- Görme alanı
- Görsel yorumlama
- Okuduğunu algılama ve canlandırma

Görsel 1.1.12: Beynin lopları ve görevleri

Ara beyin: Uç beyin ile orta beyin arasında bulunur. Epitalamus, talamus ve hipotalamus bölgelerini kapsar (Görsel 1.1.13). Epitalamus, epifiz bezinin bulunduğu bölümdür. Talamus, duyu organlarından gelen impulsların (koku duyusu hariç) toplandığı ve uç beyinde ilgili merkeze iletildiği kısımdır. Duyuları ve uyanıklığı kontrol eder. Uyurken beyin kabuğu ve talamus aktif değildir.

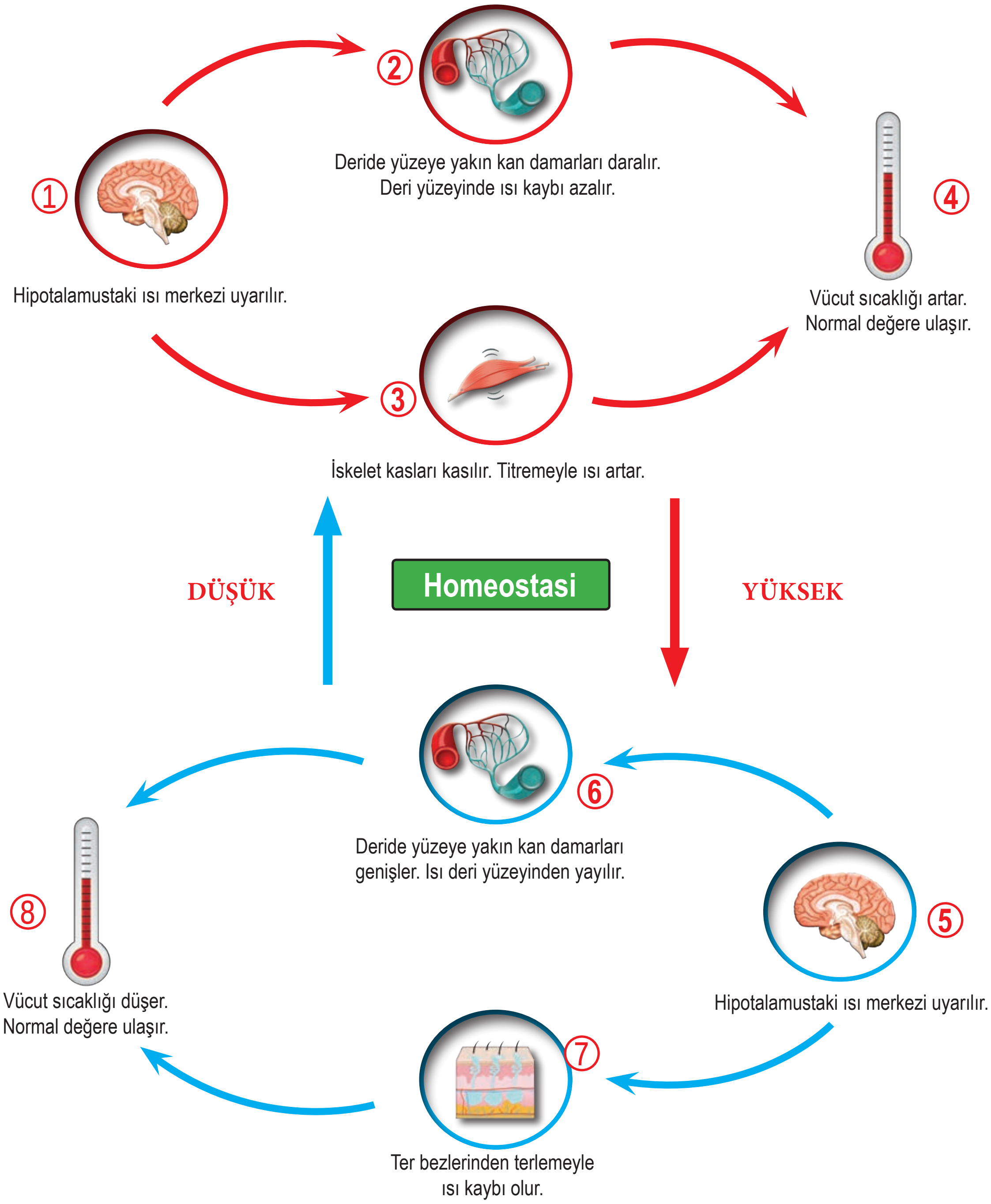
Hipotalamus, hipofiz bezini ve iç organların çalışmasını denetler. Homeostasinin devamlılığını sağlayan merkezdir. Vücut sıcaklığını, kan basıncını, karbonhidrat ve yağ metabolizmasını, uyku ve uyanıklığın ayarlanmasını, iştahı, su ve iyon dengesini, heyecanı, stres kontrolünü düzenler.



Görsel 1.1.13: Ara beynin bölümleri

Örneğin vücut sıcaklığı normalin altına düştüğünde hipotalamustaki ısı merkezi uyarılır (1) ve bir termostat gibi çalışarak otonom sinir sistemine sinyaller gönderir. Deride yüzeye yakın kan damarları daralır. Deri yüzeyindeki ısı kaybı azalır (2). Hipotalamus aynı zamanda somatik sinir sistemine de sinyaller göndererek iskelet kaslarında titremeye neden olur. Kastaki titremeyle vücut sıcaklığı artar (3), normal değerine ulaşır (4).

Vücut sıcaklığı normalin üzerine çıktığında hipotalamustaki ısı merkezi uyarılır (5). Otonom sinir sistemine sinyaller göndererek deri yüzeyindeki kan damarlarını genişletir. Deri yüzeyinde ısı kaybı artar (6). Aynı zamanda terleme artar ve terlemeyle de ısı kaybı olur (7). Böylece vücut sıcaklığı normal değerine ulaşır (8) (Görsel 1.1.14).


②
Deride yüzeye yakın kan damarları daralır.
Deri yüzeyinde ısı kaybı azalır.
①
Hipotalamustaki ısı merkezi uyarılır.
④
Vücut sıcaklığı artar.
Normal değere ulaşır.
③
İskelet kasları kasılır. Titremeyle ısı artar.
DÜŞÜK
Homeostasi
YÜKSEK
⑥
Deride yüzeye yakın kan damarları
genişler. Isı deri yüzeyinden yayılır.
⑧
Vücut sıcaklığı düşer.
Normal değere ulaşır.
⑤
Hipotalamustaki ısı merkezi uyarılır.
⑦
Ter bezlerinden terlemeyle
ısı kaybı olur.

Görsel 1.1.14: Hipotalamusun vücut sıcaklığını ayarlaması

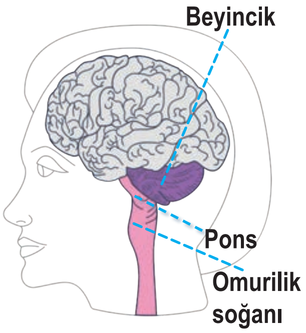
2. Orta beyin: Ön beyin ile arka beyin arasında sinirsel köprü görevi görür. Ara beyin ile beyincik arasında bulunur. Görme ve işitme reflekslerinin merkezidir. Gözbebeği refleksi, kas tonusu, vücut duruşunun ayarlanması orta beyinde denetlenir.

3. Arka beyin: Pons, beyincik ve omurilik soğanı olmak üzere üç bölümden oluşur (Görsel 1.1.15).

Önemli !

Kas tonusu; dinlenme hâlinde çizgili kasların hafif kasılı olması.

Pons, beyinciğin iki yarım küresi arasında bağlantı sağlayan sinir demetidir. Omurilik soğanındaki solunum merkezini denetler. Bilinçaltı faaliyetlerini düzenler. Omurilik soğanıyla birlikte yutma, kusma, sindirim etkinliklerini denetler.



Görsel 1.1.15: Arka beyin bölümleri

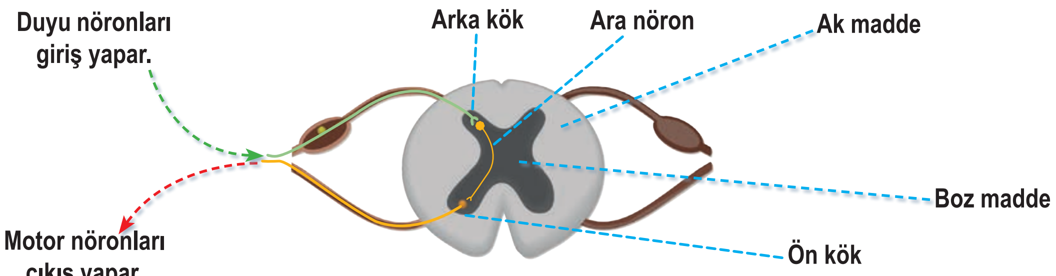
Beyincik, istemli kas hareketlerini ve dengeyi kontrol eder. İki yarım küreden oluşur. Uç beyinde olduğu gibi dışta boz madde, içte ak madde yer alır. Kol ve bacak kaslarının birbiriyle uyumlu hareket etmesini ve dengeyi sağlar. Omurilik soğanının üst kısmında bulunur. Kulaktaki yarım daire kanallarıyla ve gözle koordineli çalışarak vücut dengesini ayarlar. Örneğin karanlıkta atılan adımlar görülemediğinden denge rahatça ayarlanamaz. Çünkü görme merkezi karanlıkta beyincikle koordineli çalışamaz. Beyincik zarar gördüğünde göz hareketleri bozulur. Beyincik görüntüsü dolayısıyla hayat ağacı olarak da adlandırılır.

Omurilik soğanı, beyinciğin altında pons ile omurilik arasında bulunur. Omurilik soğanında uç beyin ve beyinciğin aksine dışta ak madde içte boz madde yer alır. Beyinden çıkıp vücuda giden sinirler omurilik soğanında çapraz yapar. Solunum, dolaşım, boşaltım gibi sistemler bu bölümde kontrol edilir. Omurilik soğanı; hapşırma, öksürme, çiğneme, yutma, kusma, kan damarlarının büzülmesi gibi reflekslerin de kontrol merkezidir. Omurilik soğanı yaşamsal olayları kontrol ettiğinden hayati öneme sahiptir. Bu nedenle omurilik soğanına **hayat düğümü** de denir. Omurilik soğanı zarar gören insan hayatını kaybeder.

Orta beyin, pons ve omurilik soğanına **beyin sapı** denir. Beyin ölümü; ön beyin, beyincik ve hayati merkezlerin yer aldığı beyin sapı denilen bölgesinin fonksiyonlarının geri dönülmez şekilde kaybolduğu ve mutlak ölümle sonuçlanan bir süreçtir. Beyin ölümü gerçekleşen kişinin sadece kalbi atmaktadır. Diğer yaşamsal fonksiyonları tıbbi destek ve solunum cihazıyla sağlanmaktadır. Bu hastaların kendiliğinden solunumları da olmadığı için yaşam destekleri kesilir kesilmez kaybedilir.

Omurilik: Omurganın içinde bulunan omurilik sinirlerin geçiş bölgesidir. Dış ortamdan gelen impulsları beyne, beyinden gelen impulsları da ilgili organlara iletir. Omurilik birçok refleksin de merkezidir. Beyinde olduğu gibi meninges zarıyla kaplıdır. Omurlar, omuriliği basınca ve travmaya karşı korur.

Omuriliğin enine kesitinde beyin yarım kürelerinden farklı olarak dışta ak madde, içte boz madde bulunur. Boz maddede ara nöron, motor nöronun hücre gövdeleri, duyu nöronunun akson uçları ve kan damarları bulunur. Ak maddede beyin ile omurilik arasında bilgiyi taşıyan duyu ve motor nöronların aksonları bulunur. Boz madde ak maddenin içinde kelebek kanatları şeklinde yerleşmiştir. Boz maddenin kök (boynuz) adı verilen ikisi önde ikisi arkada toplam dört çıkıntısı vardır. Duyu sinirleri, arka kökten (dorsal kök) omuriliğe giriş yaparken motor sinirler, ön kökten (ventral kök) çıkış yapar (Görsel 1.1.16). Ön kök ve arka kök arasında yan çıkıntılar bulunur. Bu yan çıkıntılardan da otonom sinirler çıkar.



Görsel 1.1.16: Omuriliğin enine kesiti

Uyarılara karşı istemsiz ve aniden oluşturulan tepkilere **refleks** denir. Refleksler çoğunlukla istemli kontrol edilemez. Örneğin nefes alma, kan damarlarının çapının ayarlanması, ter salgılanması gibi birçok hayatsal faaliyet refleks hareketidir. Bazı refleksler doğuştan gelir. Diz kapağı refleksi, emme refleksi bunlara örnektir. Bazı refleksler de öğrenilerek sonradan kazanılır. Limon görünce ağzın sulanması kazanılmış reflekse örnektir.

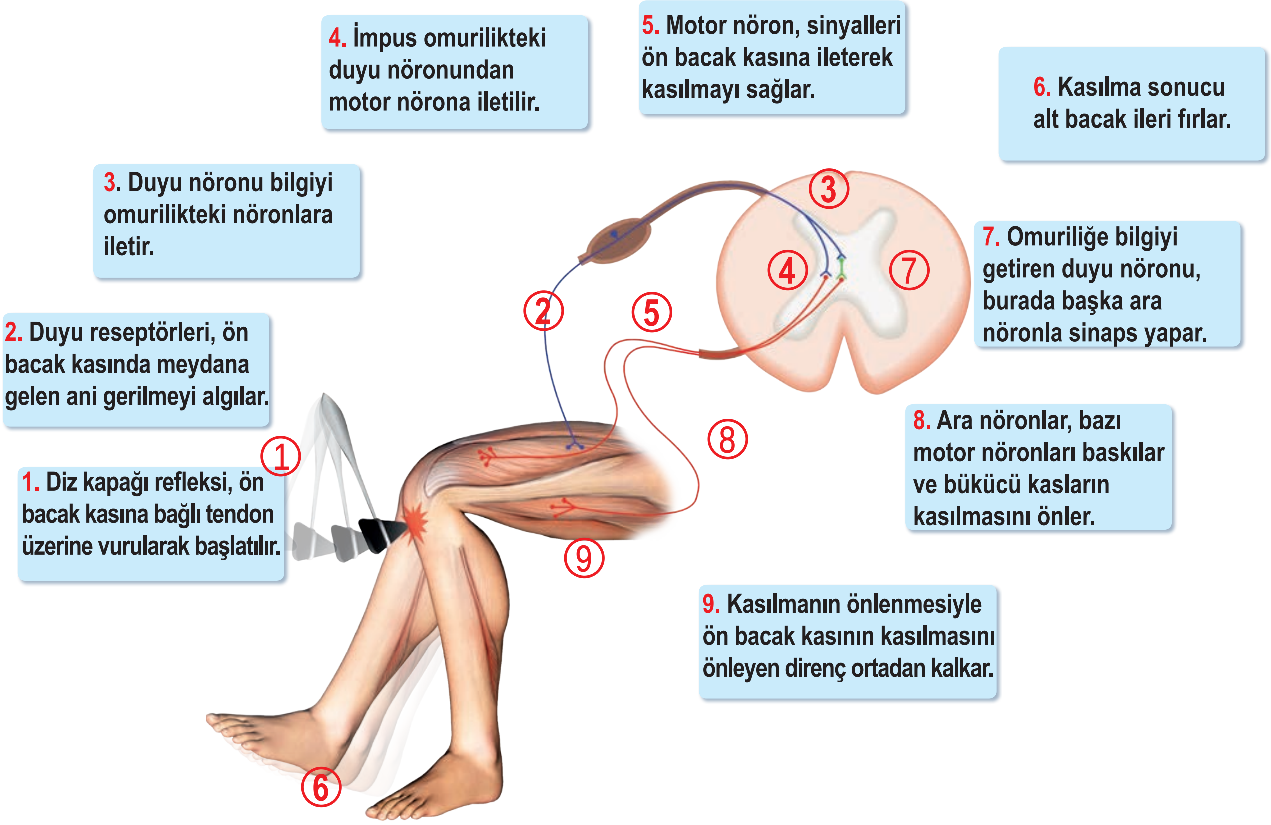
Omurilikte refleks oluşurken impulsun izlediği yola **refleks yayı** denir (Tablo 1.1.3). Refleks yayında impulslar, omurilikte değerlendirildikten sonra beyne de iletilir. Refleks yayında duyu nöronu, ara nöron ve motor nöron olmak üzere genellikle üç nöron görev alır.

Reflekslerin hayatta kalma, kaçma, korunma gibi insan yaşamında önemli yeri vardır. Yaşam sırasında meydana gelen değişikliklere hızlı yanıt verme ve organların çalışmasının kontrolü nörolojik sağlığın da bir göstergesidir.

Tablo 1.1.3: Refleks Yayı

Reseptör → **Duyu nöronu** → **Arka kök** → **Ara nöron** → **Ön kök** → **Motor nöron** → **Efektör (tepki organı)**

Ayağa iğne battığında derideki duyu reseptörleriyle alınan uyarı, duyu nöronu tarafından impuls şeklinde omuriliğe iletilir. Ara nöron, gelen impulsu değerlendirerek motor nörona aktarır. Motor nöron, bacak kasını harekete geçirir ve ayak hızla çekilir. İğnenin batmasıyla acı hissedilmesi beynin kontrolünde gerçekleşir. En basit refleks yayı olarak kabul edilen diz kapağı refleks yayında duyu nöron ve motor nöron görev alır. Ancak uyluk kemiğinin önüne yerleşmiş ve dizin açılmasını sağlayan kastan çıkan duyu nöron, ara nöronla omurilikte bağlantı yapar. Diz kapağı refleksinde meydana gelen olaylar şu sıralamayla gerçekleşir (Görsel 1.1.17):



1. **Diz kapağı refleksi, ön bacak kasına bağlı tendon üzerine vurularak başlatılır.**

2. **Duyu reseptörleri, ön bacak kasında meydana gelen ani gerilmeyi algılar.**

3. **Duyu nöronu bilgiyi omurilikteki nöronlara iletir.**

4. **İmpus omurilikteki duyu nöronundan motor nörona iletilir.**

5. **Motor nöron, sinyalleri ön bacak kasına ileterek kasılmayı sağlar.**

6. **Kasılma sonucu alt bacak ileri fırlar.**

7. **Omuriliğe bilgiyi getiren duyu nöronu, burada başka ara nöronla sinaps yapar.**

8. **Ara nöronlar, bazı motor nöronları baskılar ve bükücü kasların kasılmasını önler.**

9. **Kasılmanın önlenmesiyle ön bacak kasının kasılmasını önleyen direnç ortadan kalkar.**

Görsel 1.1.17: Diz kapağı refleks yayı

Çevresel Sinir Sistemi

Çevresel sinir sistemi, beyin ve omurilikten çıkan sinirlerden ve bunlarla bağlantılı gangliyonlardan oluşur. Çevresel sinir sistemi duyu nöronları ve motor nöronları içerir. Beyinden çıkan on iki çift beyin siniri; baş bölgesindeki duyu organlarına, kaslara, bezlere ve gövdenin üst kısmında yer alan organlara gider. 10. beyin siniri olan vagus siniri; karın ve göğüs boşluğundaki kalp, akciğer, pankreas, bağırsak, mide gibi organların çalışmasını kontrol eder.

Omurilikten çıkan sinirler otuz bir çifttir. Omuriliğin arka kökünden duyu siniri girer, ön kökünden motor sinir çıkar. Bu sinirler omurlar arasında birleşerek karma sinirleri oluşturur.

Çevresel sinir sisteminin motor nöronları görev ve işleyiş bakımından somatik ve otonom sinir sistemi olarak iki bölümde incelenir.

Otonom Sinir Sistemi: Beyin ve omurilikten çıkarak düz kasa, kalp kasına ve bezlere giden motor nöronlar otonom sinir sistemini oluşturur ve homeostasiyi sağlar. Otonom sinir sistemi dolaşım, boşaltım ve endokrin sistem organlarını kontrol eder.

Somatik Sinir Sistemi: İskelet kaslarına giden miyelinli motor nöronlardan oluşur. Bu nöronların gövdeleri beyinde ve omuriliktedir. Aksonlar, merkezî sinir sisteminde beyin ve omurilikten ayrıldıktan sonra iskelet kaslarına ulaşır. Somatik sinirler sayesinde yürüme, koşma, merdiven çıkma, yazı yazma, resim çizme gibi faaliyetler gerçekleşir.

OKU DEĞERLENDİR

Travmatik beyin hasarı, kafanın ani ve şiddetli bir şekilde bir nesneye çarpmasıyla beyin dokusunda oluşan yaralanmadır. Daha çok trafik kazalarında görülen bu travmaya düşme ve iş kazaları da neden olabilir.

Travmatik beyin hasarı, beyindeki hasar gören bölgenin genişliğine ve belirtilerine göre hafif, orta ve şiddetli olarak derecelendirilir. Hafif düzey hasarlarda bilinç kaybı olmayabilir ya da birkaç dakikalık kısa süreli bir bilinç kaybı olabilir. Baş ağrısı, baş dönmesi, bulanık görme ya da göz yorgunluğu, kulak çınlaması, bitkinlik, hafıza, konsantrasyon, dikkat ve düşünmeyle ilgili sorunlar yaşanabilir. Hafif kafa travması geçiren çoğu insan iyileşebilmektedir. Orta ya da şiddetli hasarlarda yutma güçlüğü, yürümede, dengede, koordinasyonda, koku almada, bellekte ve konuşmada anlaşılmazlık, huzursuzluk, endişe gibi durumlar da gözlenebilmektedir. Konuşma ve dil alanları çoğunlukla ön lobun zarar görmesine bağlı ortaya çıkmaktadır. Bu sorunlar kişiden kişiye değişmektedir.

Travmatik beyin hasarı geçiren kişilere öncelikle tıbbi müdahale gerekmektedir. Beyne ve vücudun geri kalanına oksijen desteği ve yeterli kan akışını sağlamak, kan basıncını kontrol etmek önceliklidir. Röntgen, tomografi, MR gibi görüntüleme teknikleri hastanın tanı ve tedavisinin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Hasarın görüntülenmesi ve tanılanması sonrasında gerekli tıbbi ve cerrahi müdahaleler yapılmaktadır.

Travmatik beyin hasarı geçiren bireyde

A) Konuşma, karar verme, konsantrasyon sorunları ortaya çıkmışsa beynin hangi lobu zarar görmüş olabilir?

B) Tat ve koku alma sorunları ile işitme ve öğrenme sorunları yaşayan bireylerde beynin hangi lopları zarar görmüş olabilir?

C) Baş ağrısı, kulak çınlaması, bulanık görme gibi sorunlar yaşayan bir birey, hangi düzeyde beyin hasarı geçirmiş olabilir?

OKUMA PARÇASI

İBN SİNA

İbn Sina, temsilî resmi
(980- 1037)

Bilimsel çalışmalar belli bir temel bilgiye dayanılarak yürütülür. Bilim tarihine bakıldığında bütün bilim insanlarının ortak bazı yönleri olduğunu söylemek mümkündür. Bunların başında onların öğrenmeye karşı olan tutku derecesindeki eğilimleri ve ilgilendikleri konulara duydukları merak gelir. İbn Sina da bu bilim insanlarından biridir.

İbn Sina 980-1037 yılları arasında yaşamış bir düşünür ve bilim insanıdır. Daha küçük yaşlarda öğrenmeye olan merak ve ilgisi daha sonraki hareketli hayatına rağmen devam etmiştir. İlk öğretmeni babası olmuştur. Daha sonra devrin önemli düşünürlerinden Natılı'den felsefe, mantık ve çeşitli bilim dallarıyla ilgili dersler almıştır. Henüz on sekiz yaşındayken Buhara emirini tedavi ederek adını duyurmayı başarmıştır.

Özellikle tıpla ilgili olarak ele aldığı yüz elli kadar kısa eserler diyebileceğimiz yazıları ve "El-Kanun Fi't-Tıbb" (Tıbbın Kanunu) adlı eseri vardır. Bu eseri Latinceye çevrilerek Batı'da tıp eğitiminde ders kitabı olarak okutulmuştur.

İbn Sina, hekimliği bilimsel temellere oturtmuştur. Başta tıp olmak üzere psikoloji, jeoloji, astronomi, fizik, matematik, felsefe gibi bilim dallarına da önemli katkıları olmuştur. "El-Kanun Fi't-Tıbb" adlı eserinde birçok hastalığın teşhis ve tedavisinden bahsetmiştir. Bağırsak sistemi hastalıklarının su ve toprak yoluyla yayıldığını söylemiştir. Bağırsak solucanı, menenjit, göğüsteki iltihaplanma ve karaciğer apnesi üzerine detaylı incelemeler yapıp sarılık hastalığının tedavi şekillerini bulmuştur. Hastalığın teşhisinde nabzın ve elle muayenenin önemini vurgulamıştır. Çiçek, kızamık, şarbon hastalıklarından ve diyabet hastalarının idrarında şeker olduğundan ilk olarak İbn Sina bahsetmiştir. Göz, kulak ve ağız hastalıklarını baş hastalıkları arasında ele almıştır. İbn Sina her bir hastalığın bulunduğu yerin sırasıyla anatomisini daha sonra da hastalığın tedavisini, ilaçlarını, ilaçların nasıl hazırlanması gerektiğini ve kullanımını vermiştir. Burada dikkat çeken en önemli özelliklerden biri hastalıklarla ilgili açıklama verilirken teşhis sırasında dikkat edilmesi gereken esasların da son derecede ayrıntılı olarak verilmesidir. Ayrıca hastanın sadece belli bir organının bozukluğu üzerinde durmayıp vücudu bir bütün olarak değerlendirmesidir. İbn Sina'nın üzerinde durduğu hastalık grubundan biri de bulaşıcı hastalıklardır. O dönemde yaygın olarak görülen cüzzam, veba ve çiçek hastalığını ele alıp tedavilerini anlatmıştır. Ayrıntılı olarak ele aldığı bulaşıcı hastalıklardan biri de sifilis diğer adıyla frengidir. Aslında bu hastalığı belirleyip hastalık hakkında ilk ayrıntılı bilgi veren hekim de İbn Sina'dır.

İbn Sina o devirde toplumun dışına itilen ve normal hasta muamelesi görmeyen ruhsal hastalığı olan kişilerle de ilgilenmiştir. Bu hastaların tedavilerinde psikolojik yöntemlerin yanı sıra müziği de kullanmıştır. İlaçla tedavinin ruhi tedaviyle desteklenmesi gerektiğini ileri sürmüştür. Günümüzde de müzik bu tür hastalıkların tedavisinde kullanılan bir araçtır.

İbn Sina'nın çalışmaları ve eseri incelendiğinde onun neden yüzyıllarca etkin olduğu, neden eserinin yüzyıllarca tıp okullarında el kitabı olarak kullanıldığı rahatlıkla anlaşılır.

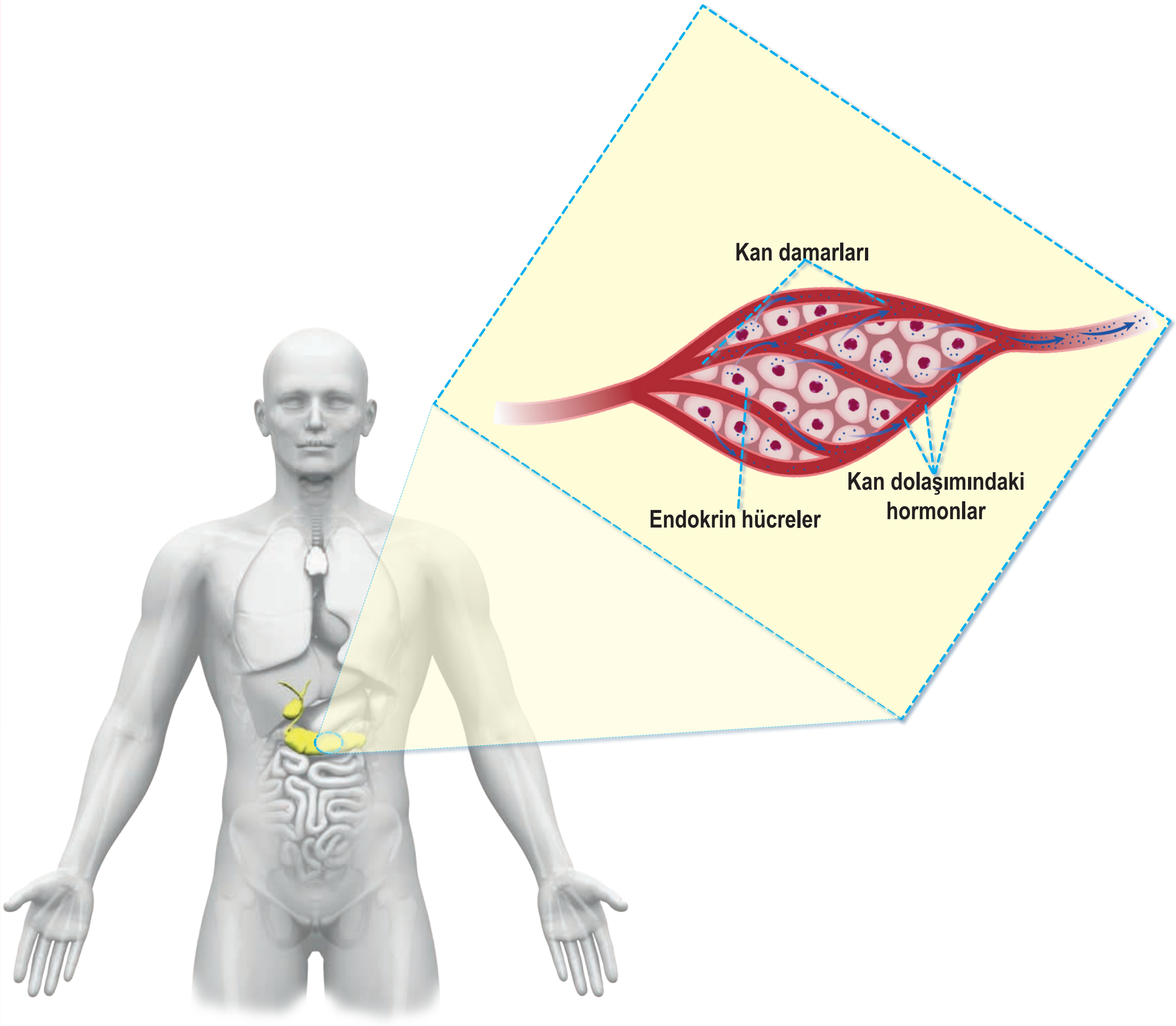
(Düzenlenmiştir.)

http://www.deontoloji.hacettepe.edu.tr/ekler/pdf/esin_kahya/esin_kahya_ibnisina.pdf

1.1.2. ENDOKRİN BEZLER VE SALGILADIKLARI HORMONLAR

Vücuttaki faaliyetleri kontrol eden, kimyasal habercilerle iletişim kuran denetleyici ve düzenleyici sistemin parçasına **endokrin sistem** denir. Endokrin sistemin salgıları hormonlardır. Endokrin sistemde hormonlar endokrin bezler (iç salgı bezleri) tarafından salgılanır.

Endokrin bezler salgıladıkları hormonları bir kanal olmaksızın doğrudan kana verir (Görsel 1.1.18). Hormonlar kan yoluyla hedef hücrelere taşınır ve fizyolojik yanıtları başlatır.



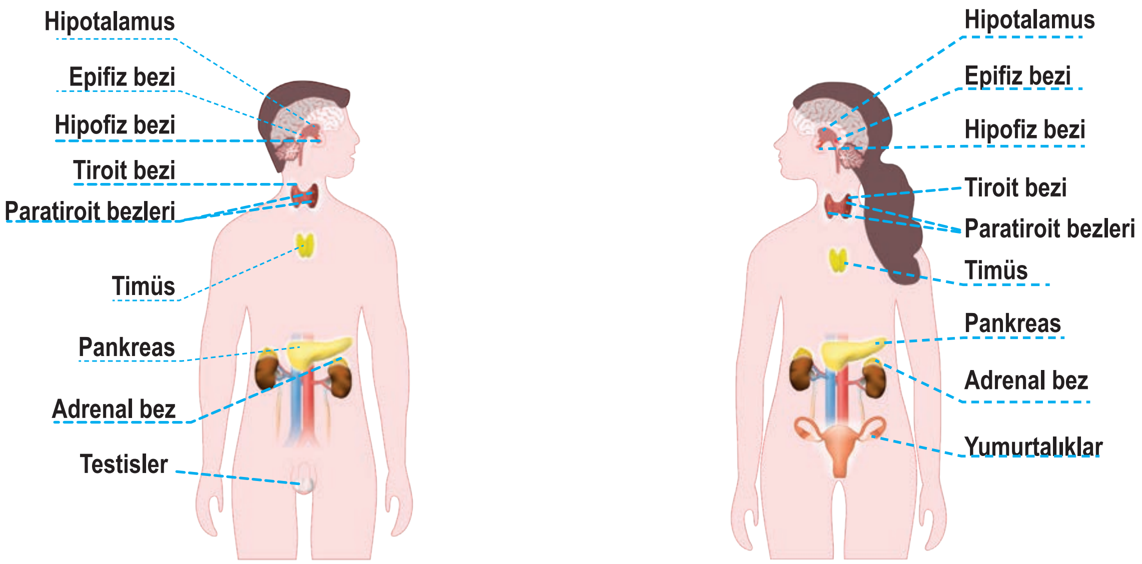
Görsel 1.1.18: Endokrin bez ve kan damarları

BİLGİLENİYORUM

Salgılarını kanallara boşaltan bezlere ekzokrin bezler (dış salgı bezleri) denir. Ter bezi, tükürük bezleri, deride yağ bezleri ekzokrin bezlere örnektir.

Karma bezler ise salgılarını hem kanallı hem de kanalsız olarak boşaltabilir. Pankreas karma bir bezdir. Sindirim sistemiyle ilgili salgılarını bir kanalla sindirim boşluğuna verirken hormonlarını doğrudan kana verir.

Epifiz, hipofiz, tiroit, paratiroit, timüs, adrenal (böbrek üstü), pankreas ve eşeysel bezler endokrin sisteme ait yapılardır (Görsel 1.1.19).


Hipotalamus
Epifiz bezi
Hipofiz bezi
Tiroit bezi
Paratiroit bezleri
Timüs
Pankreas
Adrenal bez
Testisler
Hipotalamus
Epifiz bezi
Hipofiz bezi
Tiroit bezi
Paratiroit bezleri
Timüs
Pankreas
Adrenal bez
Yumurtalıklar

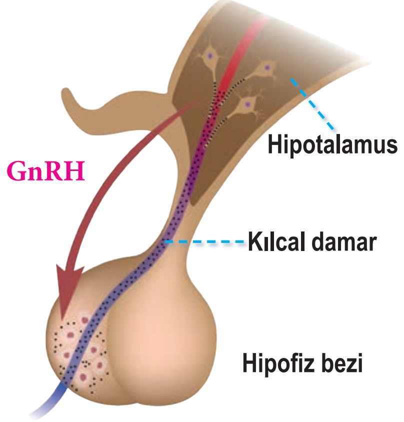
Görsel 1.1.19: Erkekte ve kadında endokrin bezler ve yerleri

Epifiz Bezi ve Salgıladığı Hormon

Epifiz bezi beynin iki yarım küresi arasında bulunur. Epifiz bezinden geceleri karanlıkta salgılanan melatonin hormonu, biyolojik saatin düzenlenmesinde rol oynar. Bu hormonun salgılanma miktarı, gecenin uzunluğuna bağlıdır. Vücutta belirli aralıklarla tekrarlanan olaylar, biyolojik saatle kontrol edilir. Melatonin hormonu; menstrual döngü, uyku zamanı gibi tekrarlanan olayları düzenler. Melatonin hormonunun salgılanması, hipotalamustaki gözün retinasındaki ışığa hassas nöronlardan uyarı alan bir merkez tarafından kontrol edilir.

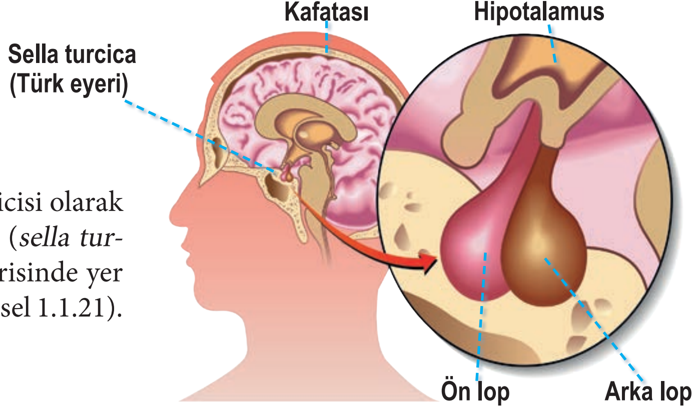
Hipofiz Bezi ve Salgıladığı Hormonlar

Hipofiz bezinin çalışmasını düzenleyen hipotalamus, beynin taban kısmında yer alır. Hipotalamus vücuttaki sinirlerden ve beyinden bilgi alarak endokrin uyarıları başlatır. Hipotalamustan çıkan uyarılar hipofize ulaşır. Hipotalamustan salgılanan salgılatıcı ya da engelleyici hormonlar hipofiz ön lobunun hormon salgılamasını kontrol eder. Hipofizden hormon salgılanmasını uyaran hipotalamus salgısına **RH (salgılatıcı hormon)** denir. Gonadotropin salgılatıcı hormon (GnRH) buna örnektir (Görsel 1.1.20).


GnRH
Hipotalamus
Kılcal damar
Hipofiz bezi

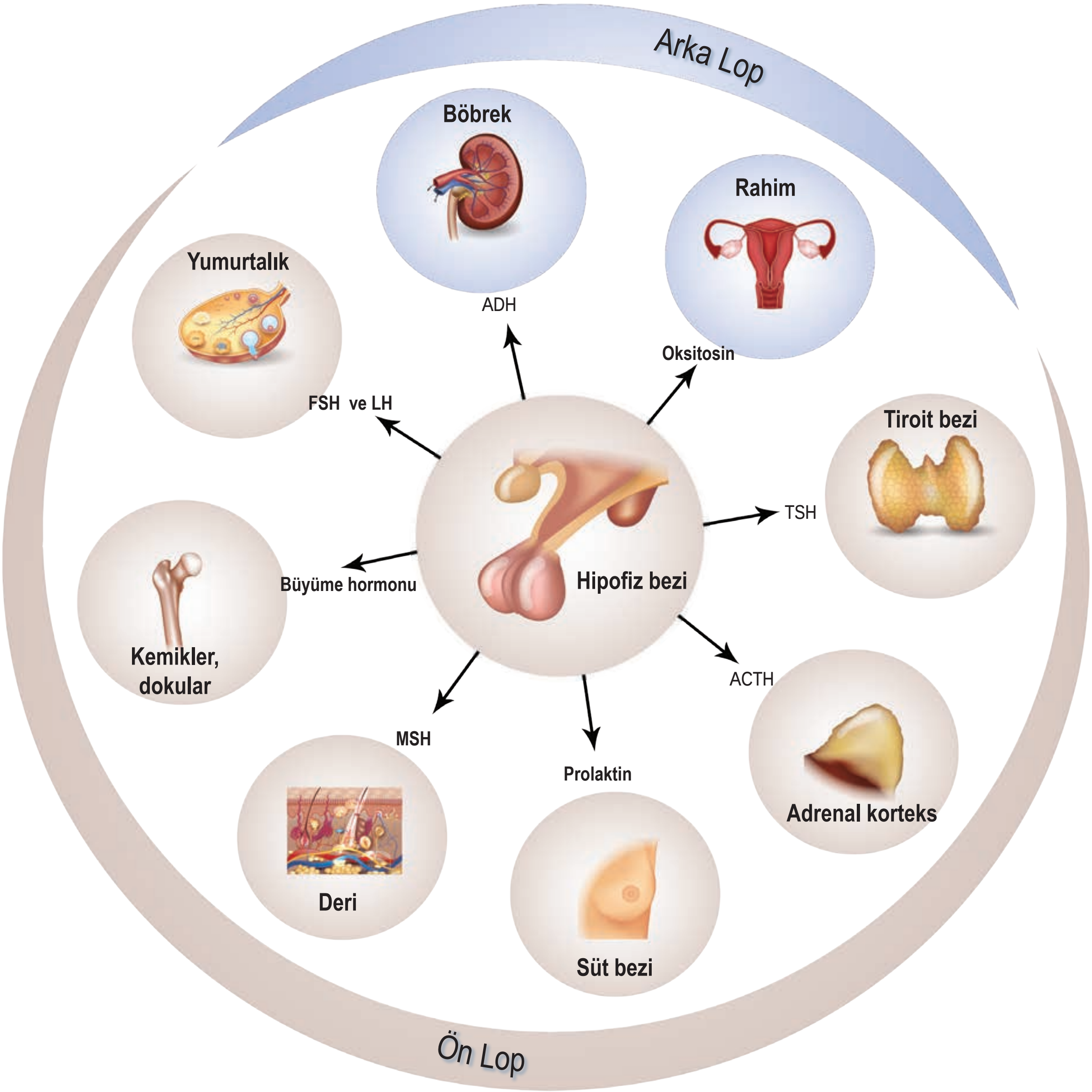
Görsel 1.1.20: Hipotalamustan GnRH salgılanması

Hipofiz bezi, diğer endokrin bezlerin yöneticisi olarak ifade edilir. Kafatası tabanında [(sella turcica), (*sella turcika*), (Türk eyeri)] adı verilen bir çöküntü içerisinde yer alır. İri bir fasulye tanesi büyüklüğündedir (Görsel 1.1.21).


Kafatası
Hipotalamus
Sella turcica
(Türk eyeri)
Ön lop
Arka lop

Görsel 1.1.21: Hipofiz bezi

Diğer endokrin bezleri yöneten hipofiz bezi, ön hipofiz ve arka hipofiz olmak üzere iki loptur. Hipofiz bezi vücuttaki çoğu hormonal faaliyeti etkiler (Görsel 1.1.22).


Arka Lop
Böbrek
ADH
Rahim
Oksitosin
Yumurtalık
FSH ve LH
Tiroit bezi
TSH
Kemikler, dokular
Büyüme hormonu
Hipofiz bezi
ACTH
Adrenal korteks
MSH
Prolaktin
Deri
Süt bezi
Ön Lop

Görsel 1.1.22: Hipofiz bezinden salgılanan hormonlar ve hedef organları

1. Ön loptan salgılanan hormonlar:

Folikül Uyarıcı Hormon (FSH): Folikül keseleri, dişi üreme sisteminde bulunur. FSH dişi bireylerde ergenlik çağından itibaren yumurtalıklarda bulunan folikül keselerini uyarır. Böylece oogenez sürecinin tamamlanmasını sağlar ve foliküllerden östrojen sentezini artırır. FSH erkek bireylerde ise testisleri uyararak sperm oluşumunu başlatır.

Lüteinleştirici Hormon (LH): Dişi bireylerde FSH etkisiyle uyarılan folikül kesesinden yumurtanın serbest bırakılmasını (ovulasyonu) sağlar. LH sayesinde yumurtlama sonunda folikül kesesi yağ depolayarak korpus luteum (sarı cisim) denilen bir yapıya dönüşür. Korpus luteum progesteron ve östrojen hormonlarını salgılar. Erkek bireylerde ise testislerden testosteron salgılanmasıyla sperm oluşumunun tamamlanmasını ve spermlerin olgunlaşmasını sağlar.

Prolaktin (PRL): Gebelikte süt bezlerinin büyümesini ve süt sentezinin uyarılmasını sağlar. Prolaktinin işlevi erkeklerde bilinmemekle birlikte aşırı salınımı iktidarsızlığa neden olur.

Önemli !

FSH ve LH, gonadları (yumurtalık ve testisleri) uyardığından **Gonadotropinler** olarak isimlendirilirler.

Büyüme Hormonu [STH (Somatotropin)]: Özellikle kemiklerde olmak üzere tüm vücutta büyümeyi ve metabolizmayı uyarır. Protein sentezini ve yağ depolanmasını artırır. Çocukluk döneminde aşırı salgılanması devliğe; az salgılanması hipofiz cüceliğine yol açar. Yetişkinlik döneminde fazla salgılanması eldeki, ayaktaki ve yüzdeki kemiklerin aşırı büyümesine (akromegali) yol açar.

Melanosit Uyarıcı Hormon (MSH): Deride bulunan melanosit hücrelerinden koyu bir pigment olan melanin sentezlenmesine ve yayılmasına neden olur. Derideki melanin pigmentinin miktarını belirlemede ACTH ile birlikte etkilidir. Bu hormonun yağ metabolizmasıyla ilgili işlevi de vardır.

Adrenokortikotropik Hormon (ACTH): Böbrek üstü bezlerinin kabuk bölümünü (adrenal korteks) uyararak bu bölgenin ilgili hormonları salgılamasını sağlar.

Tiroit Uyarıcı Hormon (TSH): Tiroit bezini uyararak metabolizma hızını artıran tiroksin hormonunun salınımını sağlar.

2. Arka loptan salgılanan hormonlar: Hipofizin arka lobundan salgılanan hormonlar, hipotalamusta üretilir. Bunlar antidiüretik hormon ve oksitosindir. Bir sinir sistemi bölümü olan hipotalamusun ürettiği bu hormonlar, **nörohormon** olarak tanımlanır. Bu hormonlar hipotalamustan nöronların aksonlarıyla hipofizin arka lobuna iletilir. Daha sonra salgılanmak üzere hipofizin arka lobunda depolanır.

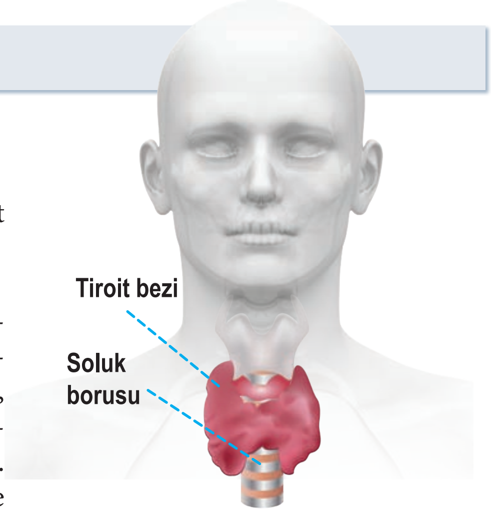
Antidiüretik hormon (ADH): Böbrek kanallarından suyun geri emilimini sağlayarak kanın ozmotik dengesini korur. Bu hormon eksik salgılanırsa idrar çok miktarda ve seyreltik oluşur. ADH hormonunun yetersiz salgılanmasına bağlı olarak böbreklerden suyun geri emilimi azalır ve idrar miktarı artar. Sık idrara çıkma diyabet hastalarında da görülen bir durumdur. Ancak ADH eksikliğinde idrarda glikoza rastlanmaz. Bu nedenle bu rahatsızlığa **şekersiz şeker hastalığı** denir. Vücuttan aşırı kan kaybına bağlı olarak kan basıncının düştüğü durumlarda ADH kan damarlarını daraltarak kan basıncını artırır.

Oksitosin: Dişilerde doğum sırasında rahim kaslarının ritmik kasılmalarını düzenler, doğumu sağlar. Süt bezlerinden süt salgılanmasını ve sütün boşaltılmasını sağlar. Annelik güdüleri üzerinde etkilidir. Doğumun başlatılabilmesi için gebelere suni olarak oksitosin hormonu verilebilir. Oksitosin rahim kaslarının kasılıp gevşemesini sağladığı için suni doğum sancısı oluşturur ve doğumu başlatır. Oksitosinin erkeklerde ve gebe olmayan dişilerde fonksiyonu açık değildir.

Tiroit Bezi ve Salgıladığı Hormonlar

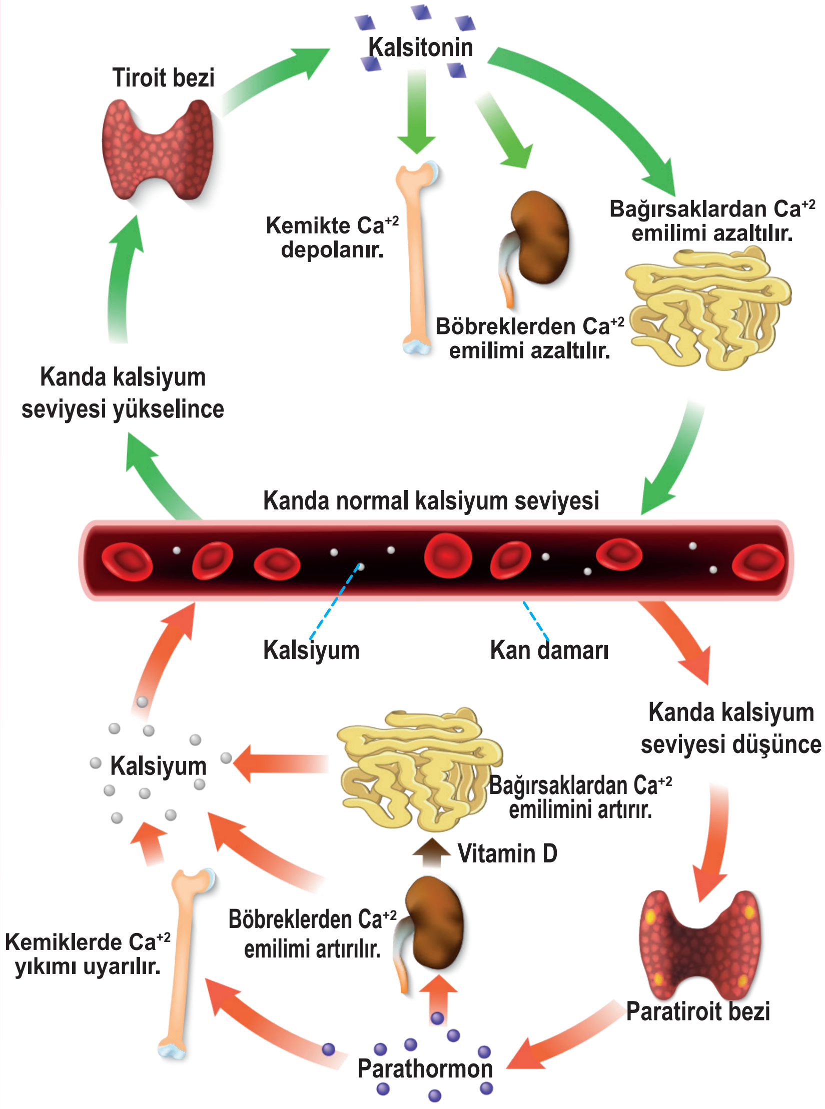
Tiroit bezi (Görsel 1.1.23) gırtlak üzerinde iki loplu bir bezdir. Tiroit bezinden salgılanan hormonlar, tiroksin ve kalsitonindir.

Tiroksin: Tiroit bezinin tiroksin hormonu TSH etkisiyle salgılanır. Tiroksinin yapısında iyot bulunur. Tiroksin tüm hücrelerde tüketilen oksijen miktarını artırarak metabolizmayı hızlandırır. Çocukluk dönemindeki eksikliği, zekâ geriliğine ve boy kısalığına yol açar. Bu hastalığa **kretenizm** adı verilir. Yetişkinlik dönemindeki eksikliği **guatr** olarak bilinen hastalığa yol açar. Deniz ürünleriyle beslenmek ve iyotlu tuz kullanmak bu eksikliği önlemede etkilidir.


Tiroit bezi
Soluk borusu

Görsel 1.1.23: Tiroit bezi

Kalsitonin: Kanın kalsiyum düzeyini ayarlar. Bu hormon kandaki fazla kalsiyumun kemiklere geçmesini ve kemikte depolanmasını sağlar. Böbreklerden kalsiyum geri emilimini azaltır. Böylece idrarla kalsiyumun daha fazla atılmasını sağlar. Kanda kalsiyum miktarı artarsa kalsitonin salgısı da artar. (Görsel 1.1.24).


Kalsitonin
Tiroit bezi
Kemikte Ca^{+2} depolanır.
Bağırsaklardan Ca^{+2} emilimi azaltılır.
Böbreklerden Ca^{+2} emilimi azaltılır.
Kanda kalsiyum seviyesi yükselince
Kanda normal kalsiyum seviyesi
Kalsiyum
Kan damarı
Kanda kalsiyum seviyesi düşünce
Kalsiyum
Bağırsaklardan Ca^{+2} emilimini artırır.
Vitamin D
Böbreklerden Ca^{+2} emilimi artırılır.
Kemiklerde Ca^{+2} yıkımı uyarılır.
Paratiroit bezi
Parathormon

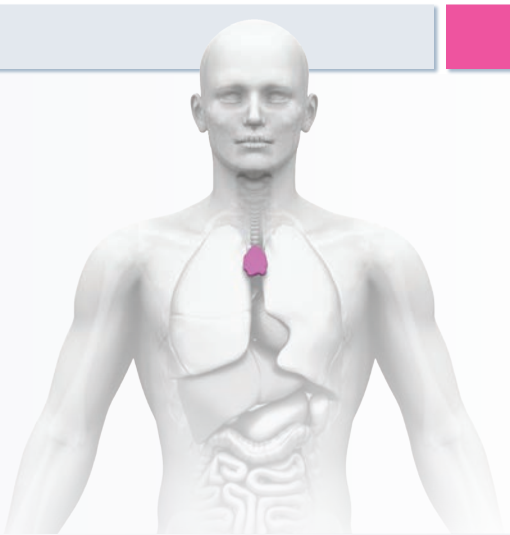
Görsel 1.1.24: Kalsitonin ve parathormon etkileşimi

Paratiroit Bezi ve Salgıladığı Hormon

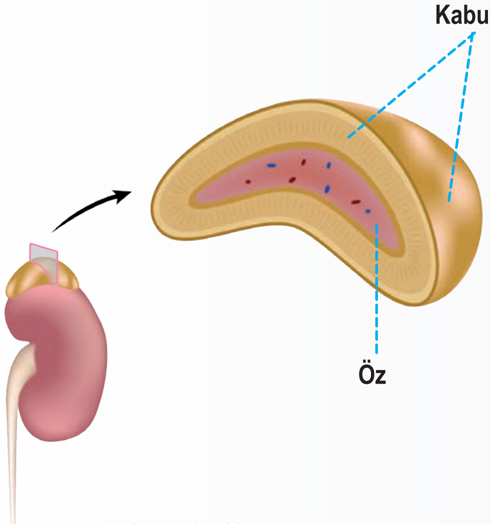
Paratiroit bezi, tiroit bezi yüzeyine yerleşmiş bezelye büyüklüğünde dört küçük bezdir. Bezin tek hormonu olan parathormon, kan kalsiyum düzeyini artırıcı etki yapar. Kan kalsiyum değeri düştüğünde devreye girer. Parathormon, kemik yıkımını ve böbreklerden kalsiyumun geri emilimini artırır. Parathormon karaciğerde ve böbreklerde D vitaminini aktifeştirir. Ayrıca D vitamini varlığında bağırsaklardan kalsiyum emilimini artırır. Kan kalsiyum düzeyi yükselir ve normal seviyesine ulaşır, parathormon salgısı azalır. Herhangi bir nedenle kan kalsiyum değeri normal seviyesinden yükseldiğinde kalsitonin devreye girer ve etkisini gösterir. Bu iki hormon kan kalsiyum seviyesini zıt etki yaparak düzenler.

Timüs ve Salgıladığı Hormon

Göğüste akciğerler arasında yer alır (Görsel 1.1.25). Timozin hormonu adı verilen salgısı, bağışıklık sisteminde rol oynar. Özellikle T lenfositlerin olgunlaşmasında etkilidir. Bu bez çocuklukta daha aktif olup yaş ilerledikçe küçülür ve aktivitesi azalır.



Görsel 1.1.25: Timüs bezi



Görsel 1.1.26: Adrenal bez

Adrenal Bez ve Salgıladığı Hormonlar

Böbreklerin üzerinde yer alır, böbrek üstü bezi olarak da adlandırılır (Görsel 1.1.26). Dış kısmı **kabuk (korteks)**, iç kısmı **öz (medulla)** adını alır.

1. **Kabuk (korteks) hormonları:** Adrenal bezin kabuk kısmından ACTH etkisiyle kortizol, aldosteron ve adrenal eşey hormonları salgılanır.

Kortizol: Strese karşı direnç sağlamada ve bağışıklığın baskılanmasında önemli etkilere sahiptir. Kortizol amino asitlerden ve trigliseritlerin yıkımından oluşan gliserolden glikoz sentezini düzenler. Böylece kandaki glikoz seviyesini artırır. Kaslara ve sinir dokuya hızlı bir enerji kaynağı sağlar. Kortizol; romatizma, alerji gibi çeşitli rahatsızlıklarda tedavi edici olarak kullanılır. Bu rahatsızlıklar bağışıklık sistemiyle ilgilidir. Kortizol bağışıklığı baskıladığından bu rahatsızlıkların belirtilerini geçici süreyle ortadan kaldırır. Ancak kortizol uzun süreli kullanıldığında bireyde kilo artışına neden olur.

Aldosteron: Böbrek kanallarından sodyum geri emilimini artırırken potasyum atılımını hızlandırır. Kanda artan sodyum, kan ozmotik basıncını artırır. Buna bağlı olarak böbreklerden suyun geri emilimi ve kan basıncı artar. Kortizol veya aldosteron eksikliğinde Addison hastalığı (Tunç hastalığı) gözlenir. Addison hastalığında kas zayıflığı ve yorgunluk, iştahsızlık ve kilo kaybı, deri renginde koyulaşma gibi belirtiler görülebilir.

Eşey hormonları: Az miktarda progesteron, östrojen ve androjen hormonları salgılanır. Buradan salgılanan eşey hormonlarına **adrenal eşey hormonları** denir.

2. Öz (Medulla) hormonları: Böbrek üstü bezinin öz bölgesinden adrenalin ve noradrenalin hormonları salgılanır.

Adrenalin (Epinefrin): Stres durumlarında enerji üretimini ve kullanımını sağlar. Algılanan tehlike karşısında kalp atımını hızlandırır, kan basıncını yükseltir, göz bebeklerini büyütür. Buna bağlı olarak oksijen tüketimini artırır. Beyne, iskelet kaslarına ve kalbe giden kan damarlarını genişletip diğer organlara giden damarları ise daraltır. Karaciğerde glikojenin glikoza dönüşümünü sağlar ve böylece kan glikozunu artırır. Bu fizyolojik değişimler vücudun strese karşı “Savaş ya da kaç!” yanıtıdır. Adrenalin ayrıca sindirim sistemi faaliyetlerini yavaşlatır.

Noradrenalin (Norepinefrin): Adrenaline benzer etkileri vardır. Noradrenalin, kılcal damarları daraltır ve kan basıncını artırır. Kalp atışlarını hızlandırır. Karaciğerde depo glikojenin glikoza dönüşmesini başlatır. Böylece artan enerji ihtiyacını sağlar. Vücut sıcaklığını artırır.

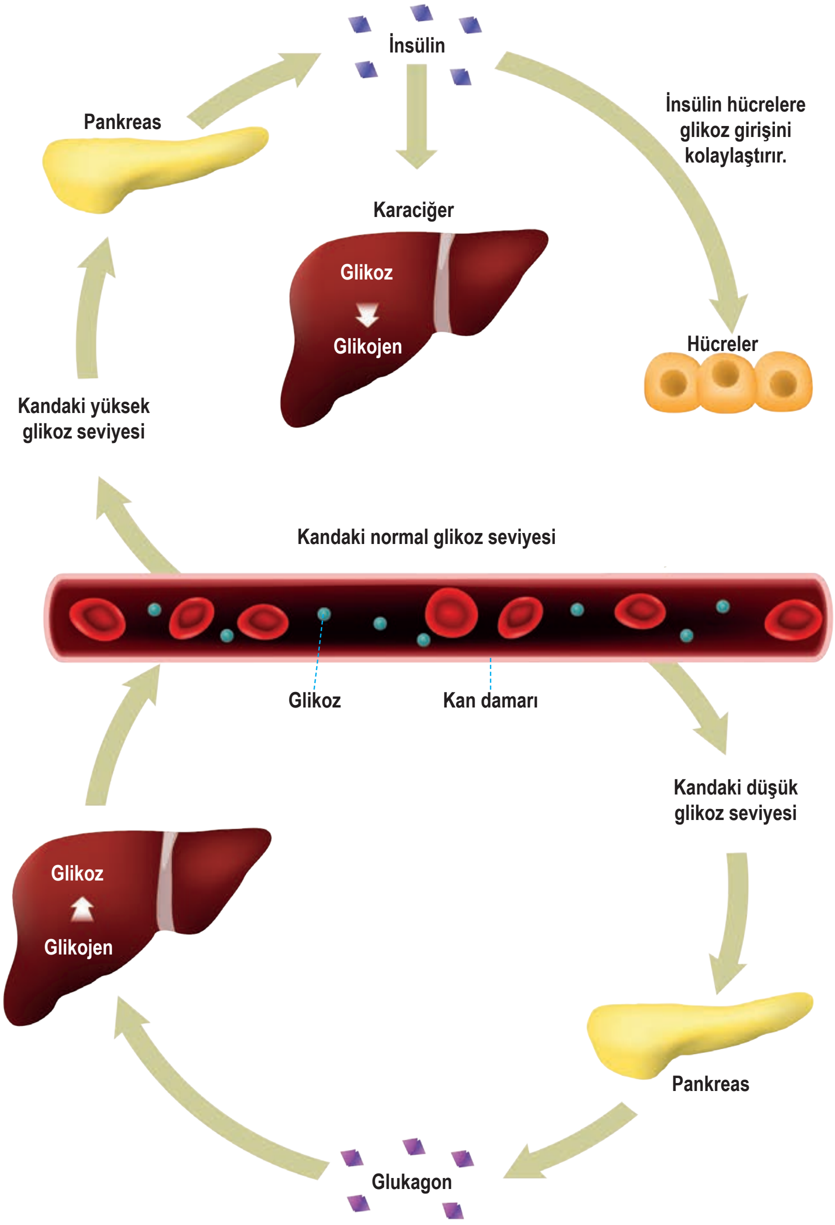
Pankreas Bezi ve Salgıladığı Hormonlar

Pankreas midenin arka kısmında yer alır. Pankreas, hem iç salgı (hormon) hem de dış salgı (enzim) üreten karma bir bezdir. Pankreasın Langerhans adacıklarından insülin ve glukagon hormonları üretilir ve kana salgılanır.

İnsülin: Kandaki glikozun özellikle iskelet kası hücrelerine girişini kolaylaştırır. Nöronlarda glikozun hücre içine girişi insülinden bağımsızdır. Ayrıca glikojen ve yağ yapımını uyarır. Bu süreçlerle kan glikoz seviyesini düşürür. Aminoasit emilimini uyararak protein sentezini etkiler.

Glukagon: Glikojen yıkımını uyarır. Özellikle açlık durumunda karaciğerdeki glikojenin yıkımını sağlayarak kan glikoz düzeyini artırır. Yağ dokusunda yağ yıkımını ve karaciğerde karbonhidrat olmayan maddelerden glikoz sentezini uyarıcı etkisi vardır.

İnsülin ve glukagon, kan glikoz seviyesini zıt etki yaparak düzenler (Görsel 1.1.27).


İnsülin
Pankreas
İnsülin hücrelere glikoz girişini kolaylaştırır.
Karaciğer
Glikoz
Glikojen
Hücreler
Kandaki yüksek glikoz seviyesi
Kandaki normal glikoz seviyesi
Glikoz
Kan damarı
Kandaki düşük glikoz seviyesi
Glikoz
Glikojen
Pankreas
Glukagon

Görsel 1.1.27: Kandaki şeker seviyesinin düzenlenmesi

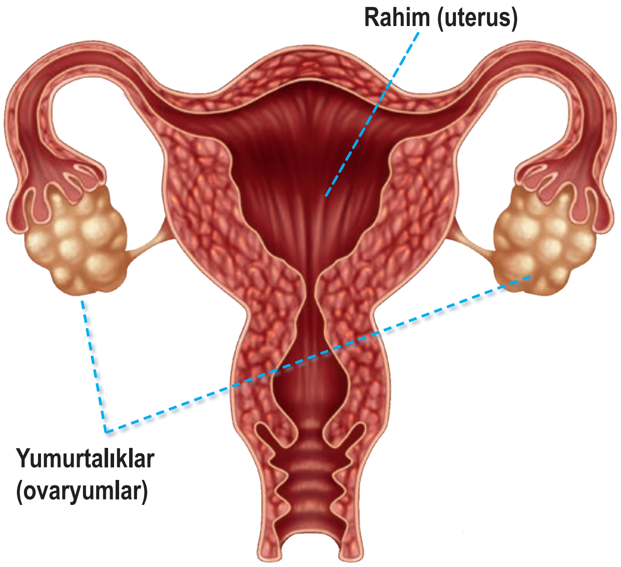
Eşeysel Bezler ve Salgıladığı Hormonlar

Dişilerde yumurtalıklar (ovaryumlar), erkeklerde testisler **gonadlar** olarak adlandırılan eşeysel bezlerdir. Yumurtalıklar rahmin iki yanında karın boşluğunda yer alan organdır. Testisler vücut dışında skrotum denen kese içerisinde yer alır. Gonadlar, üreme hücrelerini (gametler) oluşturur ve üreme sisteminin düzenlenmesini sağlayan hormonları üretir. FSH ve LH hormonlarıyla etkileşimli olarak hormon üretir.

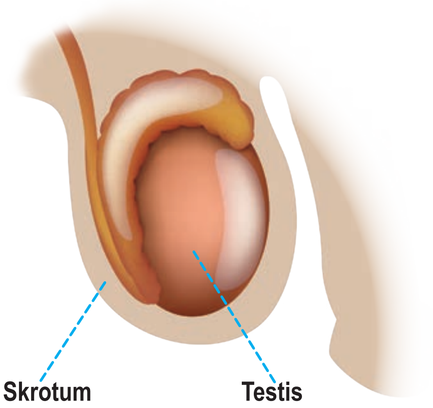
1. **Yumurtalık Hormonları:** Dişi bireyin üreme sisteminde bir çift yumurtalık bulunur (Görsel 1.1.28). Östrojen ve progesteron hormonları yumurtalıkta üretilir ve salgılanır.

Östrojen: İkincil eşeysel özellikler olarak tanımlanan ergenlik değişimlerinde etkilidir. Üreme organlarının ve meme bezlerinin gelişmesi, sesin incelmesi örnek olarak verilebilir. Ayrıca rahim duvarında mitozu artırır.

Progesteron: Rahim duvarının kılcal damar ağını zenginleştirir ve rahim duvarını kalınlaştırarak embriyonun tutunmasını ve hamileliğin devamını sağlar. Korpus luteumdan ve hamilelikte plasentadan da östrojen ve progesteron salgılanır.



Görsel 1.1.28: Dişi üreme sistemi



Görsel 1.1.29: Testis

2. **Testis Hormonları :** Testisteki (Görsel 1.1.29) Leydig hücrelerinden salgılanan hormonlardan en önemlisi testosterondur. Sperm oluşumunu ve spermin olgunlaşmasını sağlar. Bu hormon, ikincil eşeysel özellikler olarak tanımlanan ergenlik değişimlerinde etkilidir. Bunlara üreme organlarının ve kasların gelişimi, sesin kalınlaşması, sakal bıyık çıkması gibi değişimler örnek verilebilir. Testosteron kemik gelişiminde etkilidir ve protein sentezini artırır.

Önemli !

Bazı vücut geliştiriciler ve sporcular kas kütlesini artırmak için testosteron kullanmaktadır. Bunun sonucunda karaciğer hasarı, sperm sayısında azalma, testis boyutunda küçülme gibi sorunlar oluşabilir.

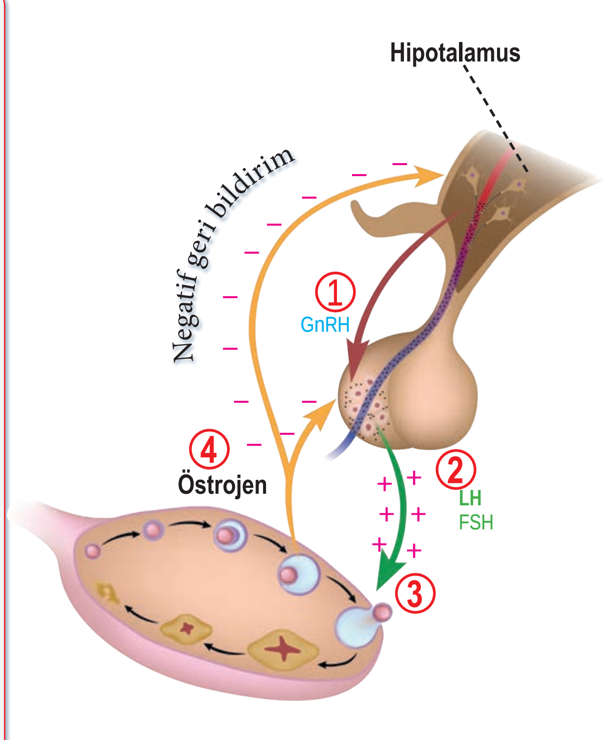
HORMONLARIN ÇALIŞMASINDA GERİ BİLDİRİM MEKANİZMALARI

Endokrin bezlerinin çalışması ve hormonların etkileri geri bildirimli olarak denetlenir. Böylece homeostasi sağlanabilir. Birey, geri bildirim mekanizması olmasaydı homeostasi sağlanamayacağından yaşamını yitirebilirdi.

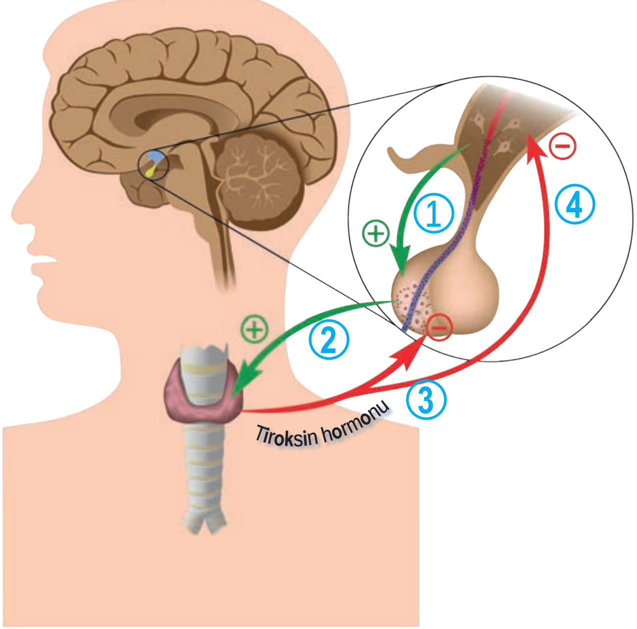
Geri bildirim mekanizması pozitif geri bildirim ve negatif geri bildirim olmak üzere iki çeşittir. Pozitif geri bildirimde hormon salgısı artırılırken negatif geri bildirimde hormon salgısı baskılanır. Her iki geri bildirimin birlikte çalıştığı ya da sadece birisinin devrede olduğu mekanizmalar vardır.

Örneğin Görsel 1.1.30'da hipotalamus, GnRH (Gonadotropin Salgılatıcı Hormon) salgılar **(1)**. Bu hormon, hipofizden az miktarda LH ve FSH salgılanmasını uyarır **(2)**. FSH, LH ile folikül büyümesini uyarır. Büyüyen folikül hücreleri östrojen salgılamaya başlar **(3)**. Düşük miktarda östrojen hipofiz hormonlarının salgılanmasını önler **(4)**. Böylece FSH ve LH düzeyi düşük tutulur. Bu mekanizma negatif geri bildirime örnektir.

Büyüyen folikülün östrojen salgısının hızlanması FSH ve LH salgısını da belirgin bir şekilde artırır. Büyüyen folikülden östrojen salınımı artar. Buna bağlı olarak LH miktarındaki artış pozitif geri bildirime örnektir. Böylece folikül olgunlaşır ve ovulasyon gerçekleşir.



Görsel 1.1.30: Yumurtlamanın hormonal kontrolünde pozitif ve negatif geri bildirim



Görsel 1.1.31: Hipotalamus, hipofiz ve tiroit bezleri arasında geri bildirim

Hipotalamus, hipofiz ve tiroit bezleri arasında pozitif ve negatif geri bildirim sayesinde tiroksin hormonu salgısı kontrol edilir (Görsel 1.1.31). Buna göre hipotalamustan TRH salgılanır. TRH hipofizden TSH salgılanmasını uyarır **(1)**. TSH ise tiroit bezinden tiroksin hormonu salgılanmasını uyarır **(2)**. Hem TRH hormonuna cevap olarak hipofizin TSH salgılaması hem de TSH hormonuna cevap olarak tiroit bezinin tiroksin salgılaması pozitif geri bildirimdir. Kanda tiroksin hormonunun miktarındaki artış, hipofiz bezine ve hipotalamusa negatif geri bildirim yaparak **(3** ve **4)** TRH ve TSH salgılanmasını baskılar.

HORMONLAR VE YAŞAM KALİTESİ

Hormonların denge aralığı miktarlarında ve gereken zamanlarda salgılanması oldukça önemlidir. Herhangi bir hormonun eksikliği ya da fazlalığı birçok hastalığa yol açar. Bu da yaşam kalitesini olumsuz etkiler.

İnsanlar, metabolik ve hormonal sorunlar nedeniyle fazla kilo alarak obezite hastası olabilirler. Obez kişilerde vücut yağı fazladır. Tiroit, böbrek üstü bezleri, yumurtalık ve hipofiz bezine ait hormon düzensizlikleri obeziteye sebep olabilir. Ayrıca insülin direnci ve genetik problemler de obeziteye yol açar.

İnsülinin yetersiz salgılanması diyabete yol açar. Diyabet kanda sınır değerden yüksek glikoz olmasına rağmen hücrelerin ihtiyaçları için yeterli glikoz alamamasıdır. Hücreler, enerji ihtiyaçlarını yağlardan ve proteinlerden sağlamaya yönelir. Böbreklerden glikoz atılımı sağlanarak kan şekeri dengelenmeye çalışılır. Fazla yemek yeme, fazla su içme ve sık idrara çıkma diyabetin en yaygın belirtileridir. Diyabet iki tip olarak gözlenir.

Tip 1 diyabet: Bireyin kendi bağışıklık sisteminin pankreasta insülin üreten hücrelere saldırması sonucu gelişir. Saldırı altındaki hücreler, hasar gördükleri için yeterince insülin üretemezler ve vücutta insülin yetersizliği belirtileri gözlenir. İnsülin kullanımı gereklidir.

Tip 2 diyabet: Pankreasta yeterli insülin üretilir fakat vücut hücreleri insülinden etkilenmez. Bunun sebebi hücrelerin insülin almaçlarındaki bozukluk ya da insülin cevap yolundaki genetik bir kusurdur. Sonuçta yeterince insülin üretilmesine rağmen beklenen etki gözlenmez. Diyabet hastalarının %90 kadarı tip 2 diyabettir. Genellikle aşırı kilolu bireylerde ya da ileri yaşlarda görülür. Aşırı beslenme bozukluğu da tip 2'ye yol açabilmektedir. Diyet ve düzenli egzersizler yaparak diyabet kontrol altında tutulabilir.

BİLGİLENİYORUM

1982'de rekombinant DNA teknolojisiyle bakteriler kullanılarak insülin üretimi gerçekleştirilmiştir. Rekombinant DNA teknolojisi, bir canlıdan herhangi bir yolla elde edilen bir genin uygun konağa, örneğin bakteri plazmitine aktarılmasıdır. İnsülin, bu yolla üretilen ilk hormondur. Daha önceki yıllarda diyabet hastalarını tedavi amacıyla hayvanların pankreasından elde edilen insülin kullanılmaktaydı. Hayvanlardan elde edilen insülin insan vücudunda bağışıklıkla ilgili tepkiler ortaya çıkarmaktaydı. Genetik mühendisliği çalışmalarıyla rekombinant DNA teknolojisiyle üretilen insülin yapısal olarak insanlarda salgılanan insülin hormonunun birebir aynısıdır. Bundan dolayı bağışıklıkla ilgili herhangi bir sorun oluşturmamaktadır.

TARTIŞIYORUM

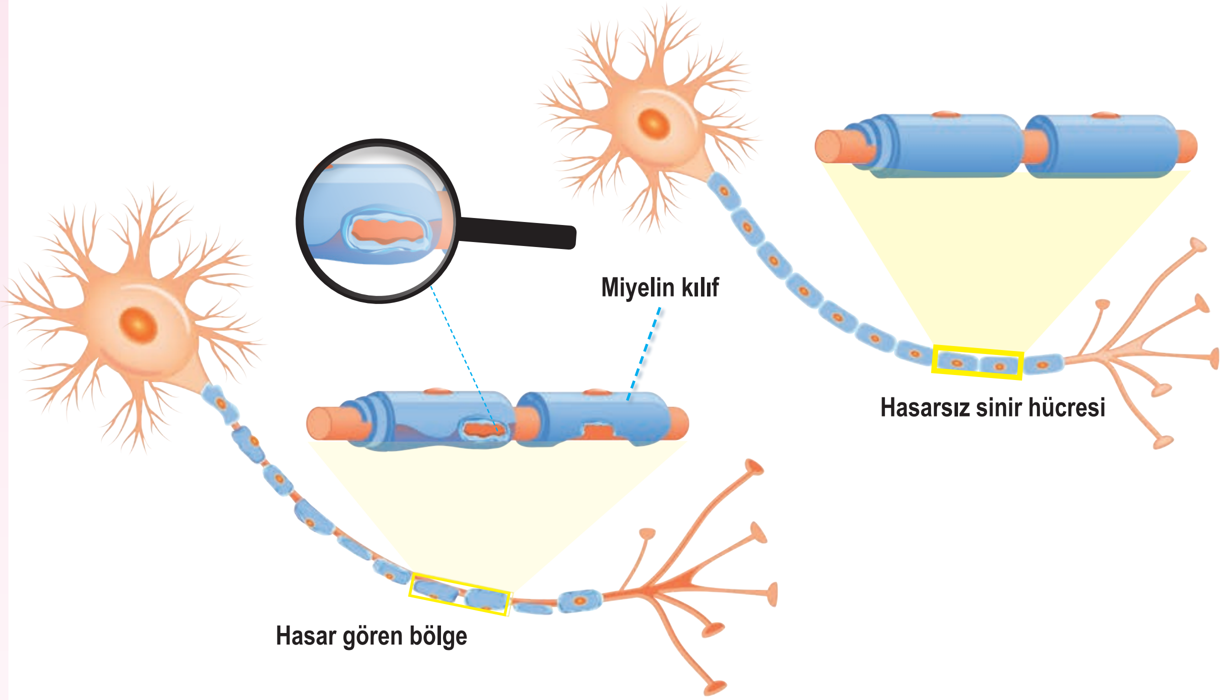
Tiroit bezi hormonlarının düzensiz salgılanması sonucu guatr rahatsızlığı ortaya çıkar.
Guatr rahatsızlığının insanların yaşam kalitesi üzerine etkileri neler olabilir? Sınıf ortamında tartışınız.

1.1.3. SİNİR SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI

Sinir sistemi rahatsızlıkları kalıtsal nedenlere, çevresel faktörlere ve zararlı alışkanlıklara bağlı olarak ortaya çıkabilir. Sinir sistemi rahatsızlıklarının pek çoğu beyin yapısının ve fonksiyonlarının bozulmasından kaynaklanır. Multipl skleroz (*Maltipıl sıkleroz*), Alzheimer (*Alzaymır*), Parkinson (*Parkinsın*) ve epilepsi sinir sistemi rahatsızlıklarından bazılarıdır.

Multipl Skleroz (MS hastalığı)

Akyuvar hücrelerinin merkezî sinir sisteminde sinir hücrelerinin miyelin kılıflarını yabancı madde olarak algılamasıyla sinir hücrelerinin miyelin kılıflarında hasar oluşur (Görsel 1.1.32). Hasar gören bu bölgelere **plak** (skleroz) adı verilir. Plak oluşumu, sinirlerin beyinden giden ve beyne gelen elektrik sinyallerini iletme özelliğinin kaybolmasına neden olur. Hastalığın belirtileri kişiye özgüdür. Uyuşukluk, karıncalanma, güç kaybı, kas sertliği, çift görme, kısa süreli hafıza kaybı gibi belirtiler görülebilir. MS hastalığının tam nedeni bilinmemekle birlikte hastalığa çevresel faktörlerin, kalıtım ve alerjik reaksiyonların sebep olduğu düşünülmektedir. 20-50 yaş arasında bu hastalık daha sık görülür. Erken teşhis, MS hastalığının tedavisinde önemlidir.



Görsel 1.1.32: Multipl sklerozda ve normal sinir hücresinde miyelin kılıf yapısı

ARAŞTIRIYORUM

Sinir sistemi rahatsızlıklarının tedavisiyle ilgili teknolojik gelişmeleri Genel Ağ üzerinden araştırınız. Elde ettiğiniz bilgilerden bilişim teknolojileri araçlarını kullanarak bir sunu hazırlayınız. Hazırladığınız sunuyu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

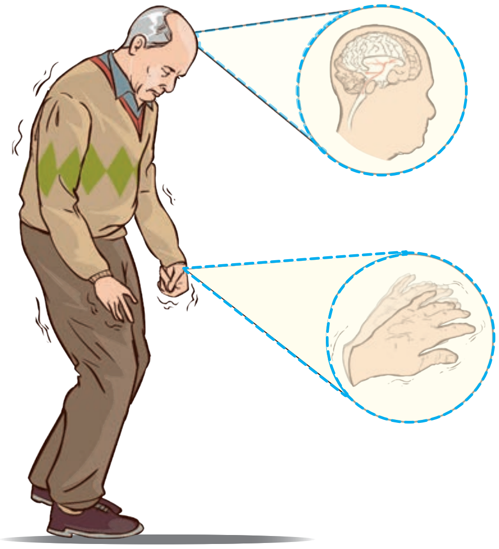
Alzheimer

Çeşitli sebeplerle asetilkolin adlı nörotransmitter madde beyinde azalır. Hafıza faaliyetleri bozulur. Beynin bellekle ilgili yapılarında konuşma, anlama, plan yapma gibi beceriler giderek bozulur. Hastalar, zamanı ve mekânı tespit etmekte zorlanır. Aile bireylerini ve adreslerini hatırlayamazlar. Bu tür hastalarda sinir nöbetleri görülür. Bu hastalığa kalıtsal faktörler, beyinde proteinlerin birikimi, beyin hücrelerinin yaşa bağlı ölümü, kimyasal maddelere maruz kalma, yoğun stres ve depresyon gibi faktörler sebep olmaktadır.

Tedavide erken teşhis, hastalığın seyrini olumlu etkiler. Hastalığa yakalanmamak için sağlıklı beslenmeye, düzenli egzersiz yapmaya önem verilmeli, stresten ve bağımlılık yapıcı maddelerden uzak durulmalıdır.

Parkinson

Alzheimer hastalığından sonra yetişkinlerde en sık görülen sinir sistemi rahatsızlığıdır. Sinir hücrelerinde oluşan tahribat sonucu dopamin maddesinin beyin sapındaki hücrelerde azalmasıyla ortaya çıkan bir hastalıktır. Hareketlerde yavaşlama, denge kaybı, titreme, eklemlerde katılık, motor nöron faaliyetlerinde bozulma, konuşma güçlüğü, yüz mimiklerinde azalma gibi belirtiler görülür (Görsel 1.1.33). Son yıllarda yapılan çalışmalar doğa yürüyüşleri gibi fiziksel aktivitelerin ve temiz havanın beyinde yeni sinir ağı oluşturduğunu ve kan akışında değişiklikler yaptığını ortaya koymuştur. Bu durum Parkinson hastalığının etkilerini azaltmaktadır. Parkinson genellikle yaşlı bireylerde ortaya çıkmaktadır.


Görsel 1.1.33: Parkinson hastası

Epilepsi (Sara)

Beynin normal elektriksel aktivitesinin bozulması sonucu oluşan bir hastalıktır. Sara nöbeti geçiren hastada geçici bilinç kaybı, titreme, ağızda köpük oluşumu gibi belirtiler meydana gelebilir. Beyin tümörü, merkezî sinir sistemi enfeksiyonları, beyin dokusunda ve damarlarda oluşan gelişim bozuklukları ve genetik nedenler epilepsiye sebep olabilir.

16 yaş altı çocuklarda ve 65 yaş üstü yetişkinlerde görülme sıklığı yüksek olan, tedavi edilebilen bir hastalıktır. MR, tomografi, EEG gibi beyin görüntüleme cihazları sinir sistemi hastalıklarını teşhis etmek için kullanılır. Beyne takılan beyin pilleriyle hastalık belirtileri kontrol altına alınabilir.

Depresyon

Depresyon duygusal, zihinsel ve bedensel bazı belirtilerle kendisini gösteren ciddi ama tedavi edilebilir bir ruhsal rahatsızlıktır. En belirgin özelliği uykuda, iştahta ve enerjide azalma görülmesidir. Depresyondaki kişi duygusal açıdan mutsuz, karamsar ve ümitsizdir. Eskiden severek yaptığı şeylerden keyif almaz, kendini hüzünlü ve yalnız hisseder. Kendisine ve çevresine ilgisi azalır. İç sıkıntısı, huzursuzluk gibi duygular ön plana çıkar. Bu duygular aylarca sürebilir ve bu durum kişinin zihinsel faaliyetlerini, genel sağlığını olumsuz etkileyebilir.

Depresyondan kurtulmak için yapılacak ilk şey günlük faaliyetleri artırmaktır. Zamanı daha iyi kullanabilmek için yapılacak işleri planlamak yararlı olacaktır. Olumsuz düşünmek yerine hayatın olumlu yönlerine odaklanmak kişiyi depresyona karşı koruyabilir. Depresyon, mevcut tedavilerin en etkili olduğu sinir sistemi rahatsızlığıdır. Bu nedenle depresyondaki bireylerin profesyonel destek almaları da önemlidir.

OKUMA PARÇASI

BEYNİN PİRÎ REİS'İ GAZİ YAŞARGİL

Bilim alanında yüzyıllardır süren çalışmalar tüm insanlığa şekil verebilir. Bu bağlamda bilim insanının ait olduğu ülkeye ve insanlığa karşı sorumluluğu yüksektir. Bu sorumluluğun başında bilimin bulgularına insanlık adına sahip çıkarak toplum yararı için insanlığı bilgilendirmek gelir. Bir bilim insanı buluşlarını, başarılarını erdemiyle birleştirirse başarısı katlanır. Erdem; doğruluk, yardımseverlik, bilgelik, alçakgönüllülük, iyi yüreklilik gibi niteliklerin ortak adıdır. Tüm bu nitelikler yaptığı çalışmalarla ülkesine ve insanlığa katkı sağlayan bilim insanı Prof. Dr. Mahmut Gazi YAŞARGİL'de bütünleşir.

Yaşargil, Türk bilim insanı ve nörocerrahtır. Epilepsi ve beyin tümörlerinin tedavisi için yeni yöntemler bulmuştur. Cerrahi mikroskop ve mikrocerrahi tekniklerini kullanarak ilk kez beyin bypass ameliyatını gerçekleştirmiştir. Beyin cerrahisi çalışmaları yanında on iki sene Parkinson hastalığı ve diğer hareket bozukluklarının tedavisine yönelik ameliyatlar yapmıştır. Zürich'te Nörofizyolog Prof. Oscar Wyss'in yardımıyla ilk defa yüksek frekanslı koagülasyon tekniğini kullanmıştır. Bu teknik küresel kabul görmüştür. Daha sonra mikrotekniği ve sisternal açılım yöntemini tüm beyin ve omurilik cerrahisinde kullanmaya başlamıştır. Bu teknik nöroşirurjide yeni bir çağ açmıştır. Zürich'te mikrocerrahi laboratuvarını kurup beş kıtadan 3000'den fazla cerraha mikrocerrahi tekniği öğretmiştir. Zürich Üniversitesi Nöroşirurji kliniğindeki şeflik görevinden 1993'te emekli olmuştur. Ekim 1994'te Arkansas Üniversitesi'nde kendisine profesörlük görevi verilmiştir. Bu hastanede ameliyatlar yapmış, dersler vermiş, mikronöroşirurji laboratuvarı kurmuş ve mikronöroşirurji kursları hazırlamıştır. 2013'te Arkansas Üniversitesi'nden emekli olarak ülkesine dönmüştür. Farklı ülkelerde Yaşargil adına kurulmuş mikrocerrahi laboratuvarları mevcuttur. Amerikan nörolojik cerrahlar kongresinde "Yüzyılın Adamı 1950-2000" unvanı verilen Yaşargil, birçok mesleki ödülün de sahibidir. Beyin cerrahisinin bu başarılı ismi, cerrahi alanda kullanılan ekipmanları yetersiz bularak cerrahide sayısız teknik araç ve gereç geliştirmiştir. İcat ettiği ameliyat aletlerine Ayşe, Ceylan, eşek semeri gibi Türkçe isimler vermiştir. Kızının adını verdiği beyin loplarını açmada kullanılan otomatik Leyla Ekartörü, damar sıkıştırmada kullanılan Yaşargil Anevrizma Klipleri bunlardan birkaçıdır.

Hayatının büyük kısmını yurtdışında araştırmalar ve çalışmalar yaparak geçirmiş olmasına rağmen öz kültüründen kopmamıştır. Ülkesine bağlıdır. Yaşargil, "Ülkemden ayrılırken bir serüvene gitmedim. İnsanlığa bir katkıda bulunmak arzusundaydım. Türkiye'de doğdum, büyüdüm ve Türkiye'deki okullarda yetiştim. Ana dilim Türkçeye ve halkıma bağlıyım. Geriye baktığımda çalışmalarım yalnız Türk halkına değil, bütün dünya halklarına yardım etmektedir "diyerek öz kültürüne bağlılığını, vatanseverliğini, toplumsal yararcı yönünü pekiştirir. Hastalarıyla kurduğu duygu dili, merhameti, yardımseverliği ünlü cerrahın örnek alınacak diğer özellikleridir. Bilimsel başarılarını insani yönüyle taçlandıran Yaşargil, hastalarıyla kurduğu bağdan şöyle bahseder: "Hastalarınızla yaşı, cinsiyeti ne olursa olsun karşılıklı sonsuz bir sevgiye giriyorsunuz. Hasta size yüzde yüz itimat ederse sıkıntı olmuyor, bağışıklık sistemi sağlam kalıyor. Hastada şüphecilik sezersem hemen ameliyata girmem, gidip bir daha bakarım. Çünkü bu tip hastalarda komplikasyonlar çok çıkıyor."

Bir röportajda Yaşargil, "Zihnin genç kalması için neler önerirsiniz?" sorusuna "Bizim ailece çok iyi hafızamız vardır. Onu iyi tutmak için yalnız mesleğimle ilgili değil edebiyat, felsefe, tarih de okurum." yanıtını verir. "İlim ahlakının hakkını veren mütevazı insan", 2013'ten itibaren Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesinde cerrahi çalışmalara, derslere, konferanslara, laboratuvar çalışmalarına ve mesleki yayınlara devam ederek geleceğin Yaşargillerini yetiştirmektedir. Dünyaca ünlü beyin cerrahı M. Gazi Yaşargil'in yakın arkadaşı olan Can Yücel'in de dediği gibi o, "Beynin Pirî Reis'i"dir.

Komisyon tarafından yazılmıştır.

1.1.4. SİNİR SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Sağlıklı bir yaşam, sağlıklı işleyen bir sinir sistemiyle mümkündür. Sağlıklı işleyen bir sinir sistemi için sağlıklı beslenmeye önem verilmelidir. Vücuttaki diğer hücreler gibi beyin hücreleri de besine ihtiyaç duyar. Sinir sistemi ve beyin hücrelerinin gelişimi, anne karnında başladığından gebelik süresince annenin beslenmesine dikkat etmesi gereklidir. Bu dönemde folik asitin (B_9 vitamini) yeterince alınmaması beyin gelişimini olumsuz etkiler.

Sinir sistemi sağlığını korumak için B grubu vitaminler önemlidir. Bu vitaminlerin eksikliğinde depresyon, dikkat eksikliği, unutkanlık gibi durumlar görülebilir. Deniz ürünleri gibi omega 3 yağ asidince zengin besinlerin tüketilmesi de beyin faaliyetlerini artırır, unutkanlığı önler. E vitamini de yaşlanmanın olumsuz etkilerini ortadan kaldırır. Sinir sisteminin sağlığını korumak için alkol kullanımından, işlenmiş gıdalardan, aşırı tuz ve şeker tüketiminden uzak durulması gerekir.

Geç yatmak ve az uyumak sinir sistemi faaliyetlerini olumsuz etkiler. Sağlıklı ve verimli öğrenme faaliyetleri için düzenli ve yeterli uyku önemlidir. Beyin uyurken de aktif olduğundan bilgileri ayıklama, temizleme ve kaydetme işini uyku sırasında gerçekleştirir. Bazı hormonlar uyku sırasında salgılandığından düzensiz ve yetersiz uyku, bu hormonların faaliyetlerini bozar.

Spor yaparken salgılanan endorfin hormonu kişinin kendini daha mutlu hissetmesini sağlar. Düzenli spor yapmak stresin olumsuz etkilerini ortadan kaldırır. Ayrıca boş zamanların kişiyi mutlu eden etkinliklerle değerlendirilmesi zihinsel faaliyetleri de olumlu etkiler.

OKU DEĞERLENDİR

Alzheimer, genellikle 60 yaş ve üzerinde tam bilinmeyen nedenlerle ortaya çıkar. Sağlıklı beyin yapısının bozulmasıyla zamanla zihinsel ve sosyal yetenekler kaybolur. Alzheimer'in ortaya çıkmasında genetik faktörler kadar kafa travması da etkilidir. Rahatsızlığın en belirgin özelliği, ilerleme durumuna bağlı olarak hastaların olayları hatırlayamaması, aile fertlerini tanıyamaması, onlara şüphe ve korkuyla bakması, kendi kişisel bakım ve ihtiyaçlarını karşılayamamasıdır.

Alzheimer rahatsızlığından korunmak için E vitamini içeren besinler tüketmeye dikkat edilmelidir. Çalışmalar E vitamini kullanılmasının Alzheimer riskini düşürdüğünü ve bilinçte bozulmayı azalttığını ortaya çıkarmıştır. E vitamini vücut tarafından kullanılan ve en iyi bilinen antioksidandır. Genellikle bitkisel yağlar, yumurta, balık, yeşil yapraklı sebzeler, taneli tahıllar ve kuru baklagiller gibi yiyeceklerde bulunur. Günlük alınan fruktoz seviyesi azaltılmalı, kanda insülin seviyesine dikkat edilmelidir. Düzenli spor yapmak, kitap okumak, yeni bilgiler öğrenmek, bulmaca çözmek gibi zihinsel egzersizler de Alzheimer rahatsızlığından korunmak için önemlidir.

Aşağıdaki soruları yukarıdaki metne göre yanıtlayınız.

a) Sinir sistemi rahatsızlığı olan Alzheimer’ın ortaya çıkmasında etkili olan çevresel faktörler nelerdir?

b) Her yaştan bireyin her gün yeni bir bilgi öğrenmesinin sinir sisteminin sağlıklı yapısının korunmasında ne gibi fonksiyonu olabilir?

c) Alzheimer’dan korunmak için nelere dikkat edilmelidir?

ç) Araştırmalar tütün mamulleri kullanan bireylerde vitaminlerin emiliminin azaldığını göstermektedir. Buna göre tütün mamulleri kullanan bireylerin Alzheimer ve diğer sinir sistemi rahatsızlıklarına yakalanma riskinin niçin daha fazla olduğunu açıklayınız.

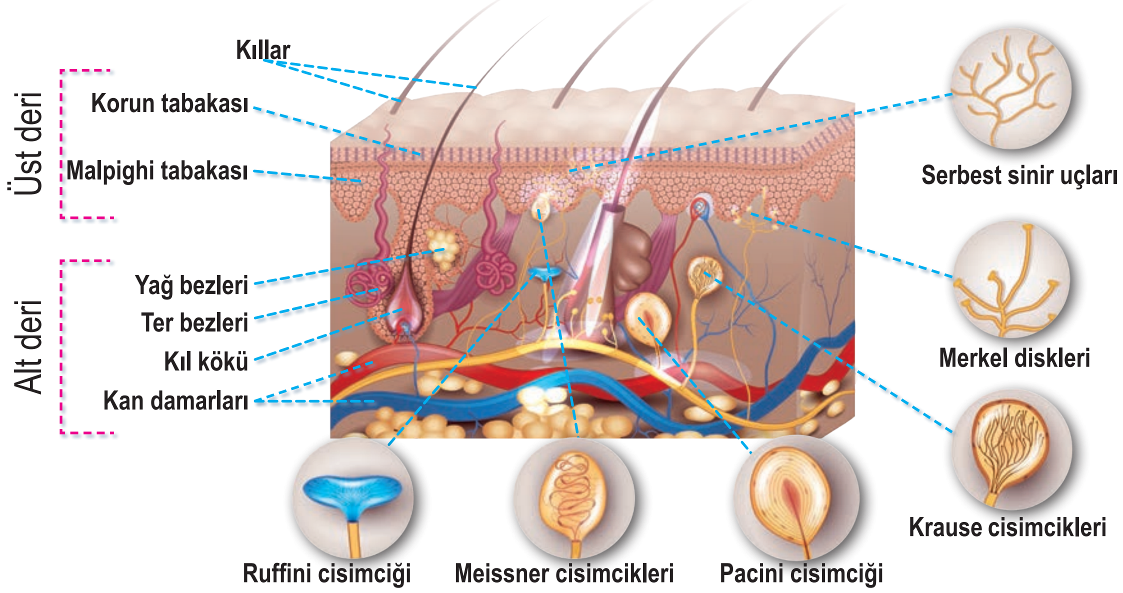
1.1.5. DUYU ORGANLARININ YAPISI VE İŞLEYİŞİ

Dış çevreden gelen uyarıların algılanmasını sağlayan deri, göz, burun, dil ve kulağa **duyu organları** denir. Çevredeki varlıkların doku, renk, tat, koku gibi özellikleri duyu organlarıyla algılanır. Duyu organlarında duyu reseptörleri bulunur. Duyu reseptörleri ve duyu organları, canlının çevreye uyumunu kolaylaştırır. Dış çevreden gelen uyarıları alanlarına **dış reseptör**, iç çevreden gelen uyarıları alanlarına ise **iç reseptör** denir. Örneğin derideki çevre sıcaklığı değişimlerini algılayan reseptörler dış reseptördür. Vücut sıcaklığının sabit tutulması için hipotalamusta bulunan kanın sıcaklığını algılayan reseptör ise iç reseptördür. Reseptörler uyarıları alır. Alınan uyarılar sinir hücresine iletilir ve impulsa dönüşür. İmpulslar, nöronlarla beyinde ilgili merkezlere iletilir, anlamlandırılır ve tepki meydana getirilir. Duyu reseptörleri algıladıkları uyarı çeşidine göre; mekanoreseptör, ağrı reseptörü, termoreseptör, fotoreseptör ve kemoreseptör olmak üzere beşe ayrılır. Deride, kulakta ve dilde bulunan basınç, hareket, dokunma, ses gibi uyarılara karşı duyarlı olan reseptörlere **mekanoreseptörler** denir. Ağrı duyusunun algılanmasını sağlayan reseptörlere **ağrı reseptörü** denir. Beyin dışında tüm vücudumuzda bulunur. Sıcak, soğuk gibi ısı değişimlerine karşı duyarlı reseptörler **termoreseptörler**dir. Işığa karşı duyarlı reseptörler **fotoreseptörler**dir. Gözde ışığa karşı duyarlı fotoreseptörler, elektromanyetik reseptör çeşidine örnektir. İç ve dış çevredeki koku ve tadın oluşmasını sağlayan kimyasallara karşı duyarlı reseptörler **kemoreseptörler**dir. İnsan beyninde yer alan susuzluk hissinin oluşmasında görevli ozmoreseptörler iç kemoreseptörlerdir.

Deri

Deri, dokunma duyusu organıdır. Yapısında epitel doku ve bağ doku olmak üzere iki çeşit doku bulunur.

Epitel Doku: Vücudun dışını kaplayan, vücut içindeki boşlukları ve organları çevreleyen dokuya epitel doku denir. Epitel dokunun hücreleri birbiriyle bağlantılıdır ve hücreleri arasında kan damarı bulunmaz. Epitel doku mekanik yaralanmalara karşı vücudu korur. Hastalık yapıcı etkenlere ve sıvı kaybına karşı engel oluşturur. Salgı yapmak, duyuları almak ve besinlerin emilimini sağlamak gibi farklı görevleri de vardır. Görevlerine göre epitel doku; duyu epiteli, salgı epiteli ve örtü epiteli olmak üzere üçe ayrılır. Duyu epiteli duyu organlarında bulunur ve dış ortamdan alınan uyarıları alır, duyu sinirlerine iletir. Salgı epiteli salgı yapma işlevini üstlenmiştir ve bu epitele bez epiteli de denir. Örtü epiteli ise tek katlı ve çok katlı epitel olarak kendi arasında ikiye ayrılır. Tek katlı epitelin yassı, kübik ve silindirik tipleri vardır. Tek katlı yassı epitel kılcal kan damarlarında, kübik epitel böbrek tübüllerinde, silindirik epitel ise bağırsakların iç yüzeyinde bulunur. Çok katlı epitelde ise hücreler üst üste sıralanmıştır. Çok katlı epitel doku kendini hızla yenileyebilen bir dokudur. Tabandaki hücreler bölünerek çoğalır ve yüzeye doğru çıkar. Yüzeydeki yıpranmış hücrelerin yerini alır. Çok katlı epitel doku vücudu örten deride, ağızda, anüste ve mesanede bulunur. Deride bulunan çok katlı epitel dokuya **epidermis** (Görsel 1.1.34) denir.



Görsel 1.1.34: Derinin yapısı

Üst deri (epidermis): Çok katlı yassı epitel hücrelerinden meydana gelir. Bu tabakada üstte kalan hücreler ölüdür ve keratin proteini içerir. Dış etkilere karşı deriyi koruyan bu bölüme **korun tabakası** denir. Korun tabakasından saç, tırnak gibi yapılar meydana gelir. Korun tabakasının altındaki hücreler canlıdır. Bu canlı hücrelerden oluşan tabakaya **Malpighi tabakası** denir. Üst deride melanosit hücreleri bulunur. Üst deri tabakasının kalınlığı vücudun her yerinde aynı değildir. Avuç içi, topuk gibi basınca maruz kalan bölgelerde üst deri daha kalındır.

Bağ doku: Hücre dışı matrikste seyrek hücre topluluklarından oluşan, birçok doku ve organı bir arada tutan, destekleyen dokuya bağ doku denir. Bağ doku hücreler arası maddesi bol olan dokudur. Kan damarlarından, bağ doku hücrelerinden ve liflerden oluşur. Bağ dokunun temel hücresi fibroblastlardır. Fibroblastlar, kollajen veya elastinden oluşan bağ doku liflerini oluşturur. Protein yapılı bu lifler kollajen, elastik ve retiküler lif olmak üzere üç çeşittir.

Bağ doku; gevşek bağ doku, lifli bağ doku, kan doku, kemik doku, kıkırdak doku ve yağ doku olmak üzere çeşitlere ayrılır.

Deride bulunan bağ doku çeşidi gevşek bağ dokudur. Gevşek bağ doku epitel dokuyu diğer dokulara bağlar. Bu dokunun hücreleri makrofajlar, mast hücreleri ve plazma hücreleridir. Makrofajlar vücuda giren yabancı partikülleri fagosite eder. Mast hücreleri kanın damar içinde pıhtılaşmasını engelleyen heparin ve kılcal damar geçirgenliğini sağlayan histamin salgılar. Plazma hücreleri ise vücuda antijen girdiğinde antikor oluşumunu sağlar.

Alt deri (dermis): Kan damarlarından, yağ ve ter bezlerinden, kıl köklerinden, serbest sinir uçlarından, duyu reseptörlerinden, kollajen ve elastik liflerden oluşur.

Kan damarları derinin beslenmesinde görevlidir. Yağ bezleri derinin nemli kalmasını sağlar. Yağ bezleri tüm vücuda oranla yüzde, kafada ve alındaki deride daha fazladır. Ayak tabanı ve el ayasında yağ bezi bulunmaz. Derinin yumuşaklığını da sağlayan yağ bezleri kıl kökleriyle bağlantılıdır. Kıl kökleri ve yağ bezleri epidermis kökenli olmasına karşın dermis tabakasına gömülüdür. Ter bezleri, terlemeyle vücut sıcaklığının ayarlanmasını sağlar. Hemen hemen tüm vücut yüzeyinde bulunur. Ağrı reseptörü olarak görev yapan serbest sinir uçları dokunmaya, aşırı sıcağa ve iltihaplanmaya karşı duyarlıdır.

Derideki mekanoreseptörlerden Meissner (*meysner*) cisimcikleri ve Merkel diskleri dokunmada görevlidir. Bunlar parmak uçlarında ve dudaklarda daha yoğundur. Kıl kökü ve kıllar harekete karşı duyarlıdır. Termoreseptörlerden Krause (*kırause*) cisimciği soğuğu, Ruffini (*rufini*) cisimciği ise sıcağı algılar. Basınca duyarlı reseptörler olan Pacini (*paçini*) cisimciği ayak tabanında daha yoğundur.

Kollajen ve elastik lifler ise derinin sağlam ve elastik bir yapıya sahip olmasını sağlar.

Deri organizmayı ultraviyole ışınlarına, kimyasal maddelere ve fiziksel etkilere karşı korur. Dokunma duyusunun algılanmasını sağlar. Mikroorganizmaların vücuda girmesini önleyerek vücut savunmasında görev alır. Terlemeyle zararlı maddelerin vücuttan uzaklaştırılmasını ve boşaltımı sağlar. Vücut sıcaklığının sabit tutulmasında yapısında bulunan kan damarları, ter bezleri ve yağ bezleri etkindir.

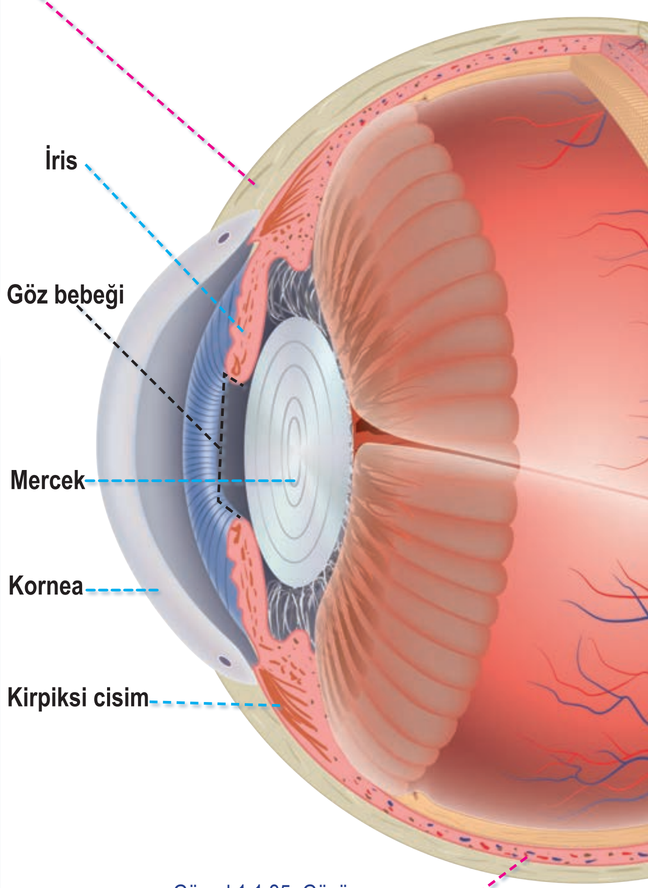
BİLGİLENİYORUM

Epitel doku hücreleri sürekli olarak yenilenir. Yenilenme sırasında hücreler hızla bölünür. Deri UV, hava kirliliği gibi karsinojen (kansere sebep olan) faktörlerle karşılaşırsa deride kanser gözlenebilir. Bu nedenle kanser görülme olasılığı en fazla olan dokulardan biridir.

Göz

Göz, görmeyi sağlayan duyu organıdır. Göz küresi ve yardımcı yapılardan meydana gelir (Görsel 1.1.35). Göz küresi; dıştan içe doğru sert tabaka, damar tabaka ve ağ tabaka olmak üzere üç tabakadan oluşur.

① **Sert tabaka (sklera):** En dıştaki tabakadır. Bağ dokudan oluşur. Gözü dış etkilere karşı korur. Göz küresinin şeklini oluşturur. Göz kaslarının bir ucu bu tabakaya tutunarak göz küresini hareket ettirir. Gözün beyaz kısmıdır, bu nedenle bu kısma **göz akı** da denir. Kan damarı içermez. Bu tabaka gözün ön tarafında saydamlaşır, şişkinleşir, ışığı kıran korneayı (saydam tabaka) oluşturur. Kornea göze gelen ışığın ilk kırıldığı yerdir. Kırılan ışığın göz merceğine ulaşmasını sağlar.

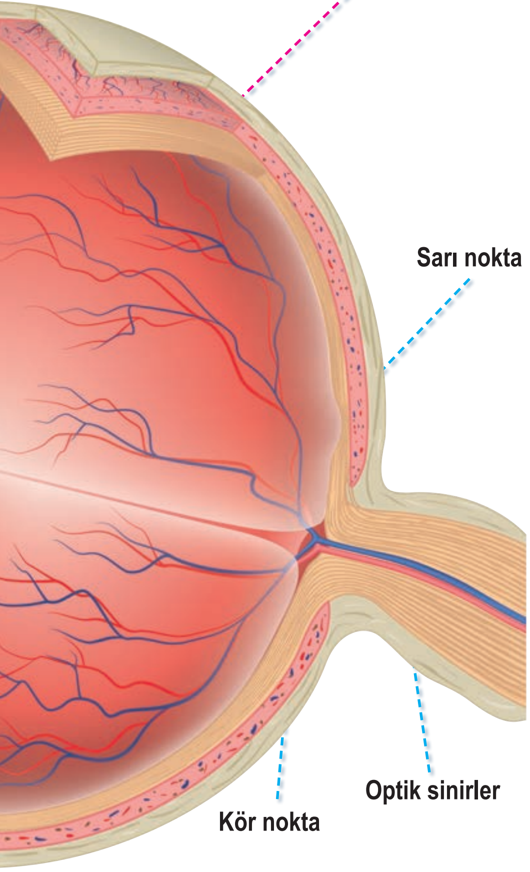


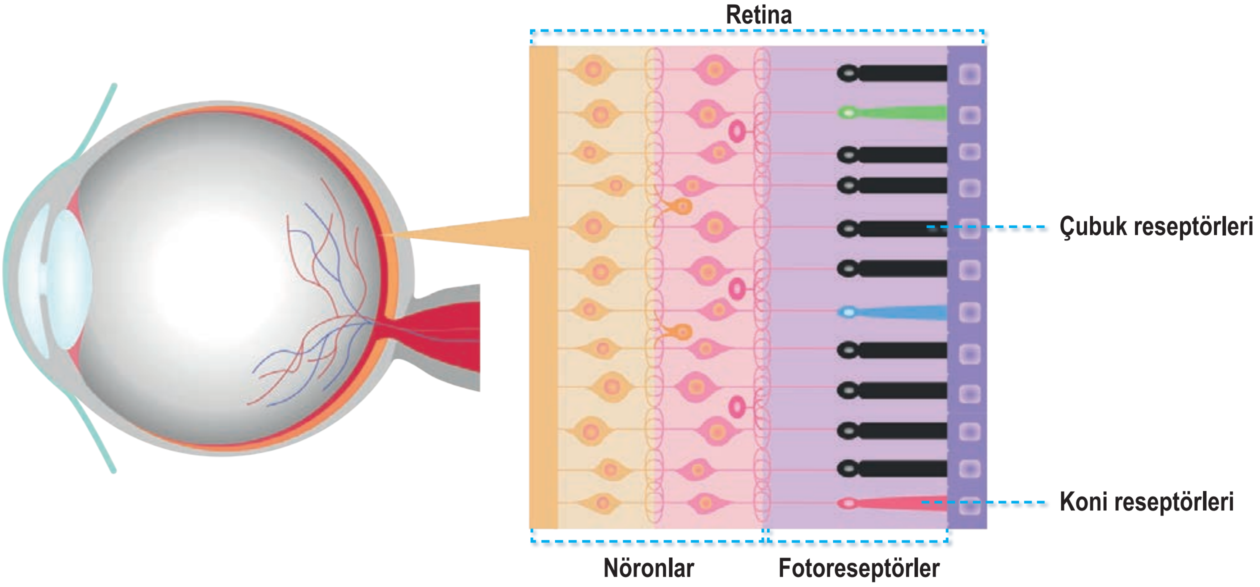
Görsel 1.1.35: Gözün yapısı

② **Damar tabaka (koroit):** Sert tabaka ile ağ tabaka arasında yer alır. Gözü besleyen kan damarları bu tabakada bulunur. Damar tabaka gözün ön tarafında renkli iris tabakasını oluşturur. Düz kaslardan oluşan ve göz bebeğinin büyüklüğünü ayarlayan pigmentli perdeye **iris** denir. İristeki melanin pigmentinin miktarı ve dağılımı gözün rengini belirler. Göze ışığın girmesini sağlayan açıklığa **göz bebeği** denir. Göz bebeği, göze gelen ışığın ayarlanmasını sağlar. Loş ışıkta genişleyip parlak ışıkta daralması göz bebeği refleksi olarak adlandırılır. İrisin arkasında göz merceği bulunur. Bu mercek ince kenarlı mercek yapısındadır. Göze gelen ışığı ikinci kez kırarak ağ tabakada bir noktada toplanmasını sağlar. Damar tabaka iris etrafında kalınlaşarak kirpiksi cisim denen bir yapıyı oluşturur. Kirpiksi cisimde düz kaslar bulunur. Mercek, asıcı bağlar ile kirpiksi cisme bağlanır. Burada bulunan kaslar kasılıp gevşeyerek göz merceğinin kalınlığını ayarlar. Yakındaki bir cisme bakıldığında kirpiksi cisimdeki düz kaslar kasılır, asıcı bağlar gevşer, mercek kalınlaşırak küre biçimini alır, göz bebeği küçülür. Uzaktaki bir cisme bakıldığında kirpiksi cisimdeki düz kaslar gevşer, asıcı bağlar kasılır, mercek incelerek yassılaşır, göz bebeği büyür. Uzaktaki ya da yakındaki cisimlerin görüntüsünün retina üzerine düşürülmesi için göz merceğinin kalınlığının ayarlanmasına **göz uyumu** denir.

Gözde saydam tabaka ile iris arasındaki boşluğa **ön oda**, iris ile göz merceği arasındaki boşluğa ise **arka oda** denir. Her iki odanın içi de kirpiksi cisim tarafından salgılanan sıvıyla doludur. Bu sıvı göze şekil verdiği gibi saydam tabakanın ve merceğin beslenmesini de sağlar. Mercek ile ağ tabaka arasındaki boşluğa **karanlık oda** denir. Bu boşluk camsı cisim denen bir sıvıyla doludur, gözün şeklinin sabit kalmasını sağlar. Ön ve arka oda içindeki sıvının dengesinin bozulması ile sıvı basıncı artabilir. Bu duruma **göz tansiyonu** denir.

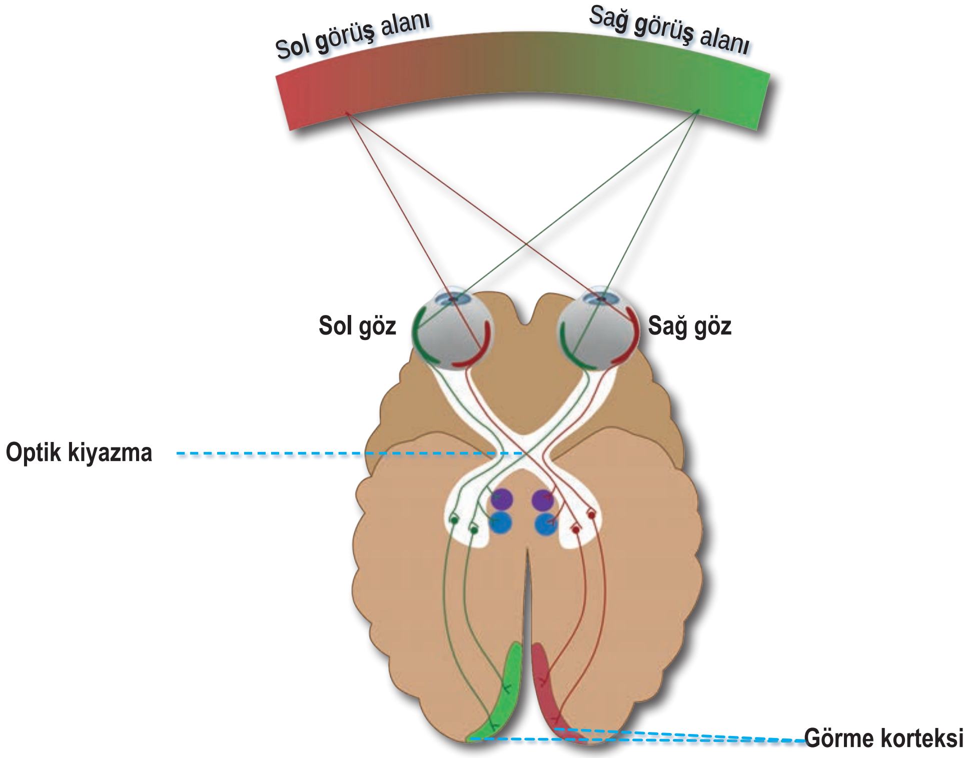
③ **Ağ tabaka (retina):** Fotoreseptörler ve görme sinirlerinin bulunduğu tabakadır. Retinada bulunan fotoreseptörler koni ve çubuk hücreleri olmak üzere iki çeşittir (Görsel 1.1.36). Koni reseptörleri, parlak ışıkta renkli ve ayrıntılı görmeyi sağlar. Mavi, yeşil ve kırmızı ışığı algılayan üç çeşit koni reseptör bulunur. Bu reseptörlerden birkaçı birlikte çalıştığında diğer renkler algılanır. Renk algılayan koni hücrelerinden bir grubunun olmaması durumunda kişi bazı renkleri diğerlerinden ayıramaz. Eğer bu konilerden biri eksik ise kişi dört ana rengi ayırt etmek için bu mekanizmayı kullanamaz ve özellikle kırmızı ve yeşili birbirinden ayırt edilemez. Bu durum **kırmızı yeşil renk körlüğü** olarak adlandırılır. Kırmızı yeşil renk körlüğü X kromozomunda çekinik bir genle taşınan kalıtsal bir hastalıktır. Çubuk hücreleri, renklere karşı duyarlı olmayıp ışığa karşı duyarlı olan fotoreseptörlerdir. Çubuk hücreleri, cisimleri siyah beyaz görmeyi ve cisimlerin kaba taslak algılanmasını sağlar. Çubuk reseptörler az ışıkta bile çalıştığından geceleri görmemizi sağlar. Ürettiği rodopsin pigmenti (görme pigmenti) az ışıkta cismin şeklinin algılanmasını sağlar. Rodopsin karanlıkta üretilip ışıkta yıkılan bir moleküldür. Karanlıktan aydınlığa aniden çıkıldığında gözün aydınlığa alışması için geçen süreye **göz kamaşması** denir. Rodopsin A vitamini eksikliğinde üretilemez. Böylece gece körlüğü (az ışıkta görememe) denen bir durum meydana gelir. Koni reseptörlerin yoğun olarak yer aldığı ve ışınların kırılarak retinada toplandığı bölgeye **sarı nokta** (sarı benek) denir. Koni reseptörleri sarı nokta merkezinde, çubuk reseptörleri ise sarı noktanın çevresinde daha yoğundur. Bu nedenle yan tarafından gözün önüne getirilen cismin önce şekli, sonra rengi algılanır. **Optik sinir** adı verilen görme sinirlerinin göz küresinden çıktığı noktada fotoreseptör bulunmadığı için görüntü algılanmaz. Bu noktaya **kör nokta** denir. Retinada koni ve çubuk hücreler ile impuls oluşumunda görevli nöronlar ve gangliyon hücreleri bulunur. Gangliyon hücrelerinin aksonları birleşerek optik siniri oluşturur. Her iki gözden gelen optik sinirlerin birleştiği beyin kabuğundaki bölgeye **optik kiyazma** denir.





Görsel 1.1.36: Retinanın yapısı

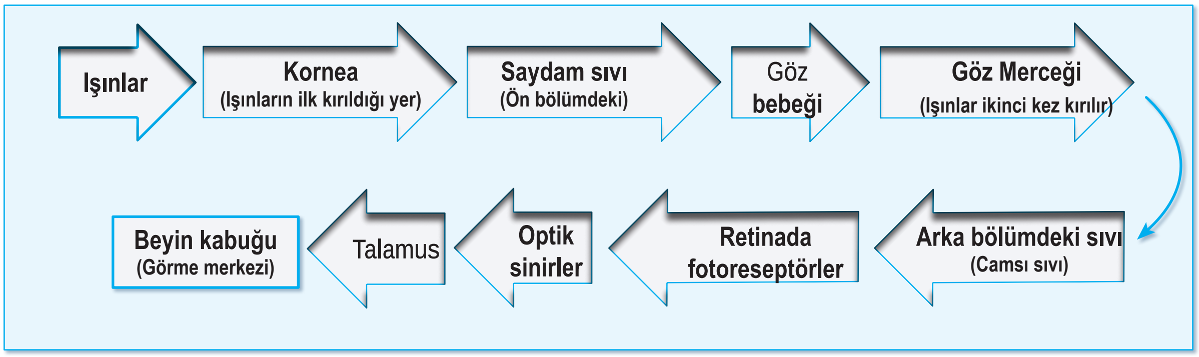
Göze gelen ışınlar ilk olarak korneada kırılır. Göz bebeğinden geçerek göz merceğine gelir. Burada ikinci kez kırılan ışık retina üzerinde sarı beneğe düşer. Göz merceğinden dolayı görüntü retinada ters olarak meydana gelir. Fotoreseptörler, gelen ışığın etkisiyle uyarılır, impuls oluşturur. İmpuls, görme sinirleriyle önce talamusa sonra beyin kabuğundaki görme merkezine iletilir, orada değerlendirilir. Görüntü düz, renkli ve net olarak algılanır. Optik kiyazmada optik sinirler, her iki gözün sol görme alanındaki görüntülerin impulslarını sağ optik loba; sağ görme alanındaki görüntülerin impulslarını sol optik loba iletir (Görsel 1.1.37).


Sol görüş alanı
Sağ görüş alanı
Sol göz
Sağ göz
Optik kiyazma
Görme korteksi

Görsel 1.1.37: Optik kiyazma ve görme sinirlerinin organizasyonu

Göze gelen ışınlar ile gözden çıkan sinirlerin izlediği yol Tablo 1.1.4'te gösterilmiştir.

Tablo 1.1.4: Göze Gelen Işınlar ile Gözden Çıkan Sinirlerin İzlediği Yollar


Işınlar
Kornea
(Işınların ilk kırıldığı yer)
Saydam sıvı
(Ön bölümdeki)
Göz bebeği
Göz Merceği
(Işınlar ikinci kez kırılır)
Arka bölümdeki sıvı
(Camsı sıvı)
Retinada fotoreseptörler
Optik sinirler
Talamus
Beyin kabuğu
(Görme merkezi)

Göze Yardımcı Yapılar

Kaşlar, kirpikler, göz kapakları, göz kasları ve gözyaşı bezleri, göze yardımcı yapılardır. Kaşlar ve kirpikler, yabancı maddelere ve güneş ışığına karşı koruma sağlarken göz kapakları, mekanik etkilerden gözü korur. Gözyaşı bezleri ve gözyaşı, gözü nemlendirir. İçerdiği lizozim enzimiyle mikroorganizmalara karşı gözü korur. Gözün hareketi göz kasları sayesinde gerçekleşir.

OKUMA PARÇASI

İBN HEYSEM

İbn Heysem, temsilî resmi
(965-1039)

Modern optik biliminin kurucusudur. Gözün çeşitli kısımlarını, bunlar arasındaki ilişkiyi ve görme olayının nasıl gerçekleştiğini açıklamıştır. Işığın kırılma ve yansımasının, mercekler aracılığıyla odaklanmasının, atmosferde uğradığı kırınımın ve gezegenlerin ufka yakınken daha büyük görünmesinin nedenleri üzerine araştırmalar yapmıştır. Gökkuşağı, parabolik ve küresel aynalar, iki gözle görme olgusu hakkında bilgi vermiştir. Işığın görülen cisimden, göze ulaşan ışınlardan oluştuğunu öne sürerek görme olayını ilk kez doğru biçimde açıklayan bilgindir. Onun bu görüşü, ışığın gözden çıkan ve görülen cisme değdiğinde görme duyusunu doğuran ışınlardan oluştuğunu öngören Pythagoras (*Pitagoras*) varsayımının terk edilmesinde ana etken olmuştur. Işığın doğasını anlamak için modern bilimsel yöntemleri uyguladığından ilk modern bilim insanı olarak tanınmıştır. İbn Heysem kontrollü deneyler tasarlamış, gözlemler yapmış, kuramlar geliştirmiştir. Çalışmalarının ve kuramlarının bir kısmı yedi ciltlik Kitâb el-Menâzır'da (Görüntüler Kitabı) toplanmıştır. Kitâb el-Menâzır, De Aspectibus (*De Aspektibus*) ismiyle Latinceye de çevrilmiştir.

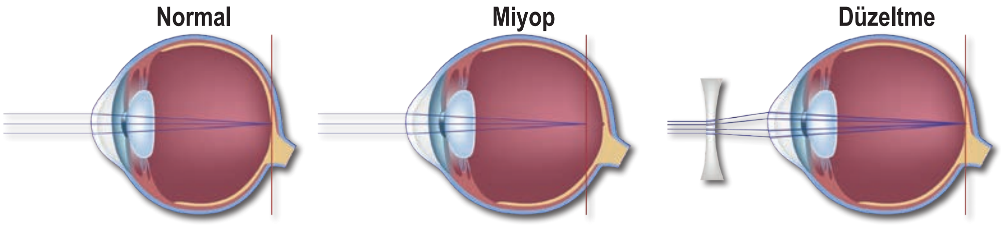
(Düzenlenmiştir.)

Bilim ve Teknik Dergisi, Mayıs 2010

Göz Kusurları

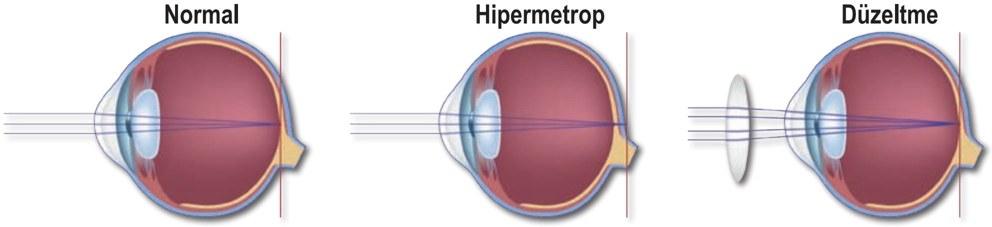
Göz merceğinde ya da göz küresinde doğuştan var olan ya da sonradan meydana gelen bozulmalar göz kusurlarına neden olur. Miyopi, hipermetropi, astigmatizm, presbitlik, şaşılık ve katarakt bunlardan bazılarıdır.

Miyopi: Göz yuvarlağının önden arkaya doğru çapının normalden daha uzun olması ya da göz merceğinin normalden şişkin olmasından kaynaklanır. Görüntü, retinanın önüne düştüğünden yakın iyi görülür, uzak ise iyi görülemez. Bu kusur, kalın kenarlı (iç bükey) mercekle düzeltilir (Görsel 1.1.38).



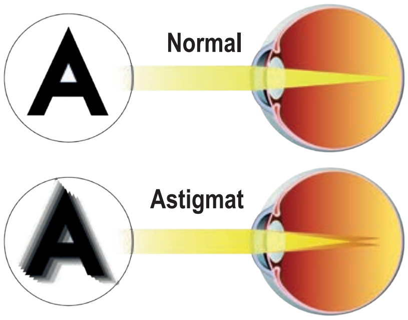
Görsel 1.1.38: Miyop göz yapısı ve düzeltilmesi

Hipermetropi: Göz yuvarlağının önden arkaya doğru olan çapının normalden kısa olması ya da göz merceğinin normalden ince olmasıyla oluşur. Görüntü, retinanın arkasına düştüğünden uzak iyi görülürken yakın iyi görülemez. Bu göz kusuru, ince kenarlı (dış bükey) mercekle düzeltilir (Görsel 1.1.39).

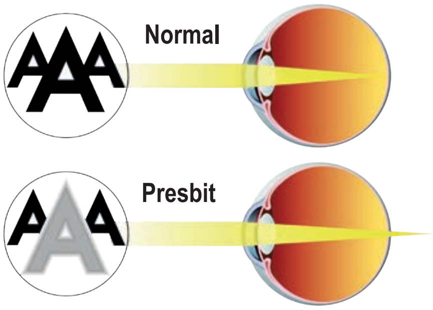


Görsel 1.1.39: Hipermetrop göz yapısı ve düzeltilmesi

Astigmatizm: Göz merceği ya da korneada oluşan pürüzlü yüzeylerden dolayı ışınlar retinada birden fazla yerde odaklanır. Bu nedenle astigmatlı kişiler, hem uzağı hem de yakını bulanık görürler. Bu göz kusuru silindirik mercekle düzeltilir (Görsel 1.1.40).



Görsel 1.1.40: Astigmat göz yapısı

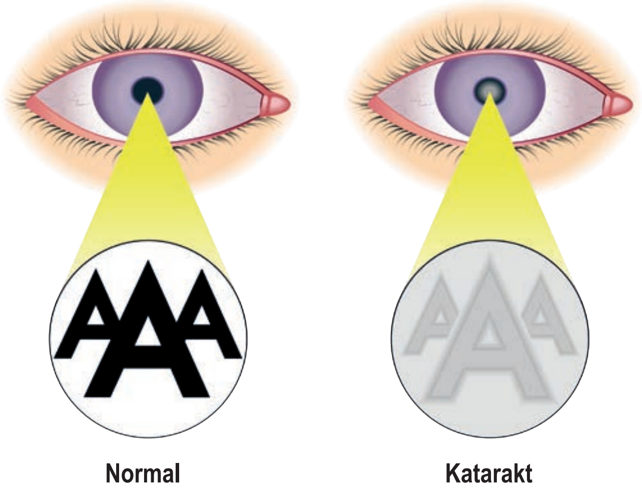


Görsel 1.1.41: Presbit göz yapısı

Presbitlik: Yaşa bağlı olarak göz merceğinin esnekliğini kaybetmesi ve gözün uyum yeteneğinin azalmasıyla ortaya çıkar. Kişiler artık yakını iyi göremezler. Bu göz kusuru ince kenarlı mercekle düzeltilir (Görsel 1.1.41).

Şaşılık: Göz kaslarının uyumlu kasılmamasından dolayı gözlerin farklı yönde hareket etmesiyle oluşur. Şaşılık ameliyatla düzeltilir.

Katarakt: Göz merceğinin saydamlığının kaybolmasıdır. Orta yaş üzeri bireylerde bulanık görmeye sebep olan bir kusurdur. Bu kusur ameliyatla düzeltilir (Görsel 1.1.42).



Görsel 1.1.42: Katarakt gözde görme

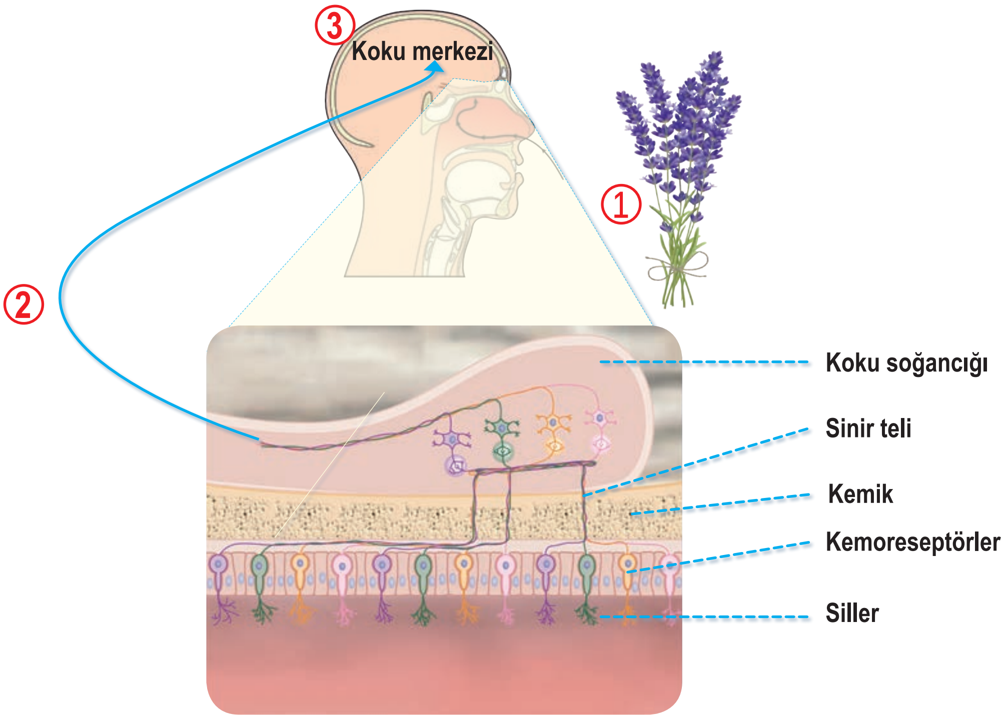
ARAŞTIRIYORUM

Görme ve işitme engelli kişilerin karşılaştığı sorunlara dikkat çekmek amacıyla broşür, kamu spotu ya da bir proje hazırlayarak çevrenizdeki bireyleri bilinçlendirip sosyal farkındalık oluşturunuz. Çalışmalarınızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Burun

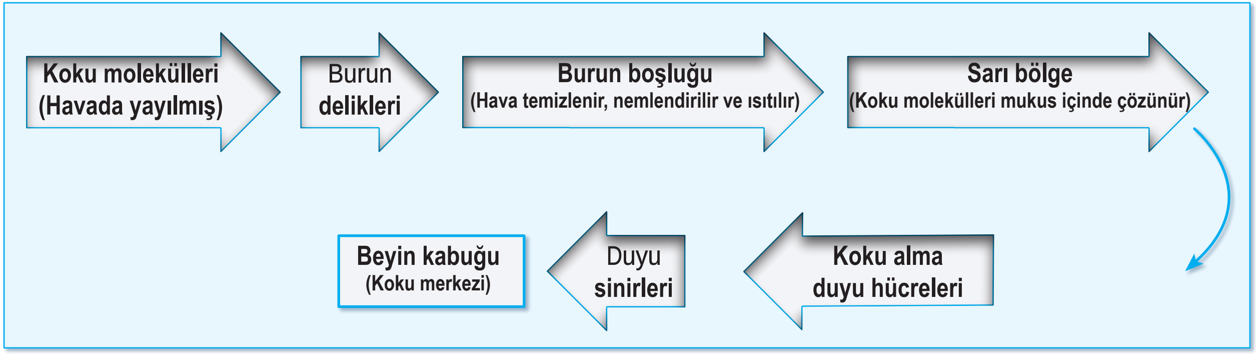
Burun, koku alma ve dış solunum organıdır. Burun boşluğunun üst kısmında sağda ve solda koku reseptörlerinin bulunduğu bölgeye **sarı bölge** (koku alanı) denir. Koku reseptörleri uç kısmında siller bulundurur. Bu hücreler, kemoreseptör görevi yapan sinir hücreleridir. Siller, burun boşluğunu kaplayan mukus içine uzanır. Aksonları beyindeki koku soğanına kadar uzanır, koku sinirleriyle sinaps yapar. Bir koku etrafa yayıldığında reseptörler mukusta çözünmüş koku molekülleriyle uyarılır **(1)**. Uyarılar, impulsa dönüşerek önce koku soğancığına uğrar, oradan da talamusa uğramadan beyin kabuğundaki koku merkezine iletilir **(2)** ve koku algılanır **(3)** (Görsel 1.1.43). Koku reseptörleri aynı kokuya uzun süre maruz kaldığında impuls üretimini azaltır ve impulsu durdurur, koku bir süre sonra hissedilmez. Koku reseptörleri çabuk yorulur. Ancak farklı bir koku yayıldığında yeni koku hissedilir. Burun boşluğunu kaplayan mukus, ortamın nemli kalmasını sağlar. Ortamdaki mukus miktarının değişmesi koku duyusunun azalmasına sebep olur. Nezle ya da gripken yiyeceklerin kokusunun hissedilmemesinin sebebi budur (Tablo 1.1.5).

Burun boşluğunda yüzeye yakın olarak bulunan kılcal damarlar, havanın ısınmasını; burnun içindeki kıllar, alınan havanın filtre edilmesini sağlar.


③
Koku merkezi
①
②
Koku soğancığı
Sinir teli
Kemik
Kemoreseptörler
Siller

Görsel 1.1.43: Kokunun algılanması

Tablo 1.1.5: Buruna Gelen Koku Molekülleri ile Burundan Çıkan Sinirlerin İzlediği Yollar


Koku molekülleri
(Havada yayılmış)
Burun
delikleri
Burun boşluğu
(Hava temizlenir, nemlendirilir ve ısıtılır)
Sarı bölge
(Koku molekülleri mukus içinde çözünür)
Koku alma
duyu hücreleri
Duyu
sinirleri
Beyin kabuğu
(Koku merkezi)

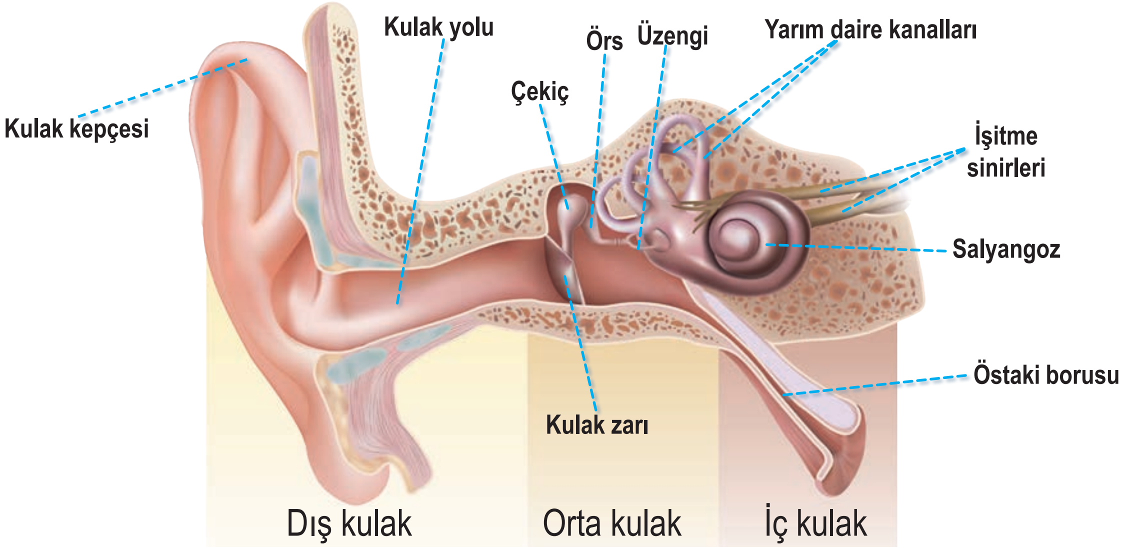
Kulak

İşitme ve denge organıdır. Dış kulak, orta kulak, iç kulak olmak üzere üç kısımdan oluşur (Görsel 1.1.44).

Dış kulak: Kulak kepçesinden kulak zarına kadar olan kısımdır. Kulak kepçesi kıkırdaktan, kulak zarı bağ dokudan oluşur. Kulak kepçesi ile kulak zarı arasında kalan bölüm **kulak yolu** olarak adlandırılır. Kulak kepçesi ve kulak yolu ses dalgalarını toplar ve kulak zarına iletir. Kulak yolu, kulağa giren toz ve yabancı maddeleri tutan bir sıvıyla kaplıdır. Kulak zarı, ses dalgalarını titreşim hâline dönüştürerek orta kulaktaki kemiklere iletir.

Orta kulak: Çekiç, örs, üzengi kemiklerinin bulunduğu bölümdür. Bu kemikler, vücudun en küçük kemikleridir. Orta kulak, kulak zarıyla dış kulaktan; oval pencereyle iç kulaktan ayrılır. Orta kulak, östaki borusuyla yutağa bağlanır. Bu yapı kulak zarının her iki tarafındaki hava basıncını ayarlar. Östaki borusunun yutağa açılan bölümünde sürekli kapalı bulunan bir kapak bulunur. Yükseklik değişimleri kulakta basınç değişikliklerine yol açar. Esneme, yutkunma gibi olaylarla bu kapak açılır. Atmosfer basıncıyla orta kulaktaki hava basıncı dengelenir ve kulak zarının yırtılması önlenir. Ağız ve yutaktaki bakteriler östaki borusunu geçerek orta kulağa ulaşabilir. Bu duruma **orta kulak iltihabı** denir.

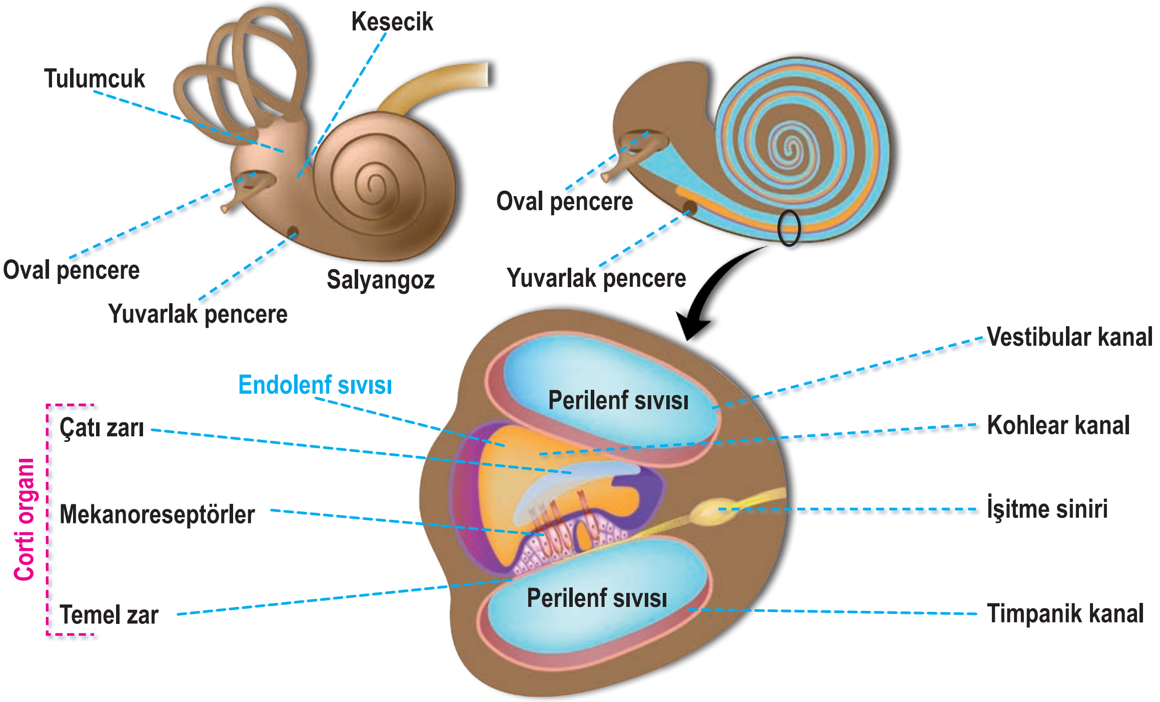
İç kulak: İçi sıvı dolu kanallardan meydana gelir. Bu kanallar; salyangoz (kohlea), tulumcuk, kesecik ve yarım daire kanallarıdır. Salyangoz, işitmenin gerçekleştiği bölümdür. Tulumcuk, kesecik ve yarım daire kanalları dengeden sorumlu bölümdür.



Görsel 1.1.44: Kulağın yapısı

Salyangoz, şekil bakımından salyangozun kabuğuna benzeyen helezon şeklinde kıvrılmış kanallardan oluşan bir bölümdür. Üstte vestibular kanaldan, altta timpanik kanaldan ve bunları birbirinden ayıran kohlear kanaldan oluşur. Her üç kanalın içi de sıvı doludur. Vestibular ve timpanik kanal, perilenf sıvısıyla; kohlear kanal, endolenf sıvısıyla doludur.

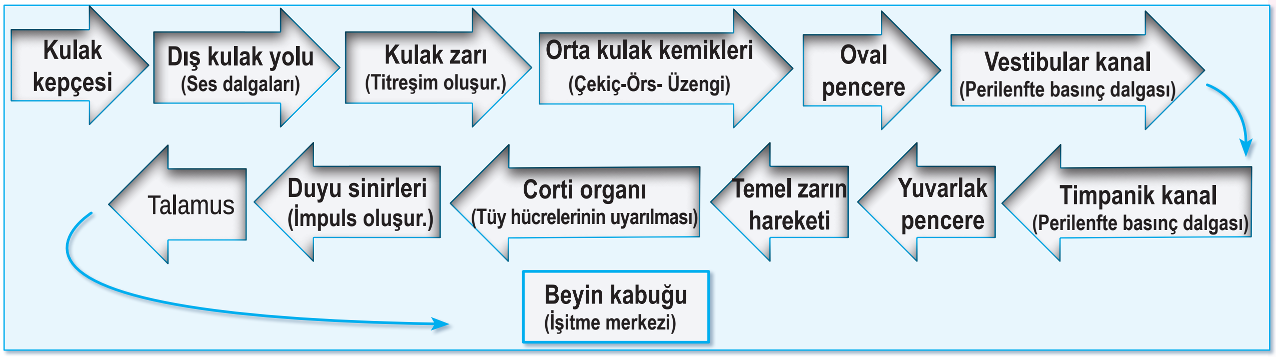
Vestibular kanal, oval pencereye; timpanik kanal, yuvarlak pencereye açılır. Kohlear kanalın tabanındaki temel zar (bazillar zar) üzerinde Corti (*Korti*) organı bulunur. Sese karşı duyarlı reseptörler (mekanoreseptör) buradadır. İşitme reseptörlerinin (tüy hücreleri) uçları çatı zarı (tektorial zar) denen başka bir zarla bağlantılıdır (Görsel 1.1.45).


Kesecik
Tulumcuk
Oval pencere
Yuvarlak pencere
Salyangoz
Oval pencere
Yuvarlak pencere
Vestibular kanal
Endolenf sıvısı
Perilenf sıvısı
Çatı zarı
Kohlear kanal
Corti organı
Mekanoreseptörler
İşitme siniri
Perilenf sıvısı
Temel zar
Timpanik kanal

Görsel 1.1.45: Salyangozun yapısı

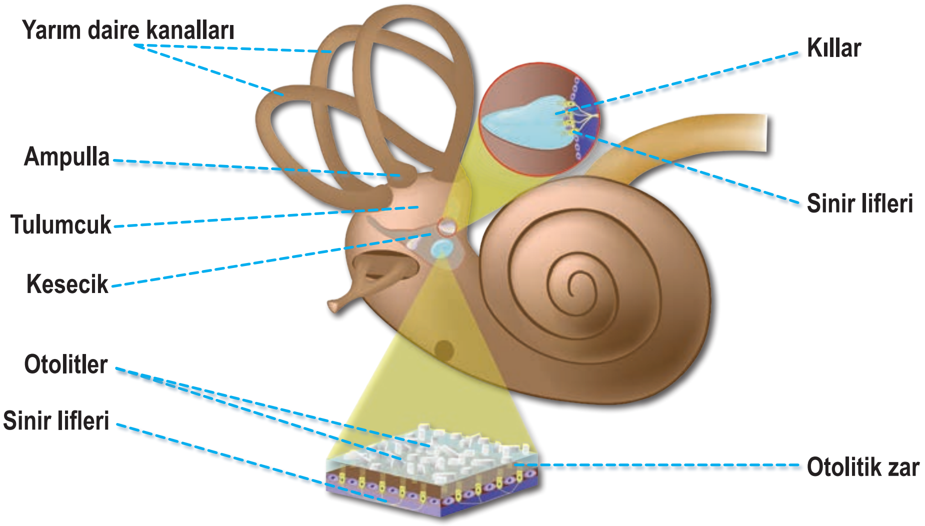
İşitme olayı: İnsan kulağı, 20-20 000 Hertz arasındaki sesleri duyabilmektedir. İşitme olayı, ses dalgalarının kanallarda sıvı dalgalarına, reseptörler ve duyu sinirleri aracılığıyla da elektriksel dalgalara dönüşmesi esasına dayanır. Kulak kepçesiyle toplanan ses dalgaları, kulak yolundan geçerek kulak zarına oradan çekiç, örs, üzengi kemiklerine ve oval pencereye ulaşır. Ses dalgaları, vestibular kanal içindeki sıvıda basınç dalgaları oluşturur. Bu dalgalar, timpanik kanalı geçerek yuvarlak pencereye çarpar ve yok olur. Bu durum, yeni gelen titreşimleri duyabilmek için iç kulağı yeniden hazır hâle getirir. Vestibular kanaldaki basınç dalgaları, kohlear kanalı ve temel zarı aşağı doğru iterek onların titreşmesini sağlar. Bu hareket, reseptörlerin çatı zara sürtünmesine ve eğilmesine yol açar. Bu durum, reseptörlerde impuls oluşmasını sağlar. Duyu sinirleri; oluşan impulsları alır, önce talamusa sonra beyin kabuğunda işitme merkezine iletir. İşitme merkezine gelen impulslar ses olarak algılanır. Kulağa gelen ses dalgaları ile kulaktan çıkan sinirlerin izlediği yollar Tablo 1.1.6'da verilmiştir.

Tablo 1.1.6: Kulağa Gelen Ses Dalgaları ile Kulaktan Çıkan Sinirlerin İzlediği Yollar


Kulak kepçesi
Dış kulak yolu (Ses dalgaları)
Kulak zarı (Titreşim oluşur.)
Orta kulak kemikleri (Çekiç-Örs- Üzengi)
Oval pencere
Vestibular kanal (Perilenfte basınç dalgası)
Timpanik kanal (Perilenfte basınç dalgası)
Yuvarlak pencere
Temel zarın hareketi
Corti organı (Tüy hücrelerinin uyarılması)
Duyu sinirleri (İmpuls oluşur.)
Talamus
Beyin kabuğu (İşitme merkezi)

İşitme kaybı: İşitme testleriyle belirlenen uluslararası ortalamalardan daha düşük seviyede işitme fonksiyonu tespit edilmesidir. İşitme kaybı; dış kulak ve orta kulak hastalıklarından kaynaklı olabileceği gibi iç kulakla, beyinle ve işitme siniriyle ilgili farklı nedenlerden de kaynaklanabilir. Dış kulak kaynaklı nedenler; kulak kepçesi yokluğu ve şekil bozukluğu, dış kulak yolunun kapalı olması, dış kulakta yabancı cisim varlığıdır. Orta kulak kaynaklı nedenler; orta kulak iltihabı ve kireçlenmesi, yırtılmış kulak zarı, orta kulaktaki tümörlerdir. İç kulak kaynaklı nedenler; işitme sinirlerinin çeşitli nedenlerle zarar görmesi ve iç kulak iltihaplarıdır. Tüm bu nedenlerin yanı sıra gürültülü ortamlarda bulunmak, genetik faktörler ve yaşın ilerlemesi de işitme kaybına sebep olabilir. İç kulakta meydana gelen işitme kaybı, "kohlear implant" denilen tıbbi bir araçla düzeltilebilir. Kohlear implant, sesleri kodlanmış elektriksel sinyallere dönüştürerek işitme sinirlerinin uyarılmasını sağlar. Beyin, bu uyarıları ses olarak algılar. İşitme cihazlarıyla ses yükseltilerek hastanın sesi duyması sağlanır. İşitme kaybını ve derecelerini tespit etmek için yapılan testlere **işitme testi** (odyolojik test) adı verilir.

Denge: Vücut ve baş, birlikte döndürüldüğünde iç kulaktaki yarım daire kanalları ve bu kanalların içindeki endolenf sıvısı birlikte hareket eder. Endolenf sıvısının hareketi, yarım daire kanallarındaki "ampulla" denen kısma yerleşmiş reseptörleri titreştirir. Bu değişiklik, duyu sinirlerinde impuls oluşturur. Oluşan impulslar; uç beyne ve beyinciğe iletilir, vücut pozisyonu ayarlanarak denge sağlanır.
Oval pencerenin gerisinde dalız adı verilen yapı bulunur. Dalız, tulumcuk ve kesecik olmak üzere iki odacık içerir. Bu odacıklar bireyin yerçekimine ya da doğrusal harekete göre konum almasında görev alır. Odacıklar içinde jelatinimsi bir madde ve bu madde içine uzanan kıllı hücre tabakasına sahiptir. Jel içerisine gömülü kalsiyum karbonattan oluşmuş küçük tanecikler bulunur. Bu küçük taneciklere **otolit** denir. Otolitler dengeden sorumludur. Kesecik ve tulumcuk vücudun konumu ya da doğrusal hareketi hakkında beyne bilgi verir (Görsel 1.1.46).



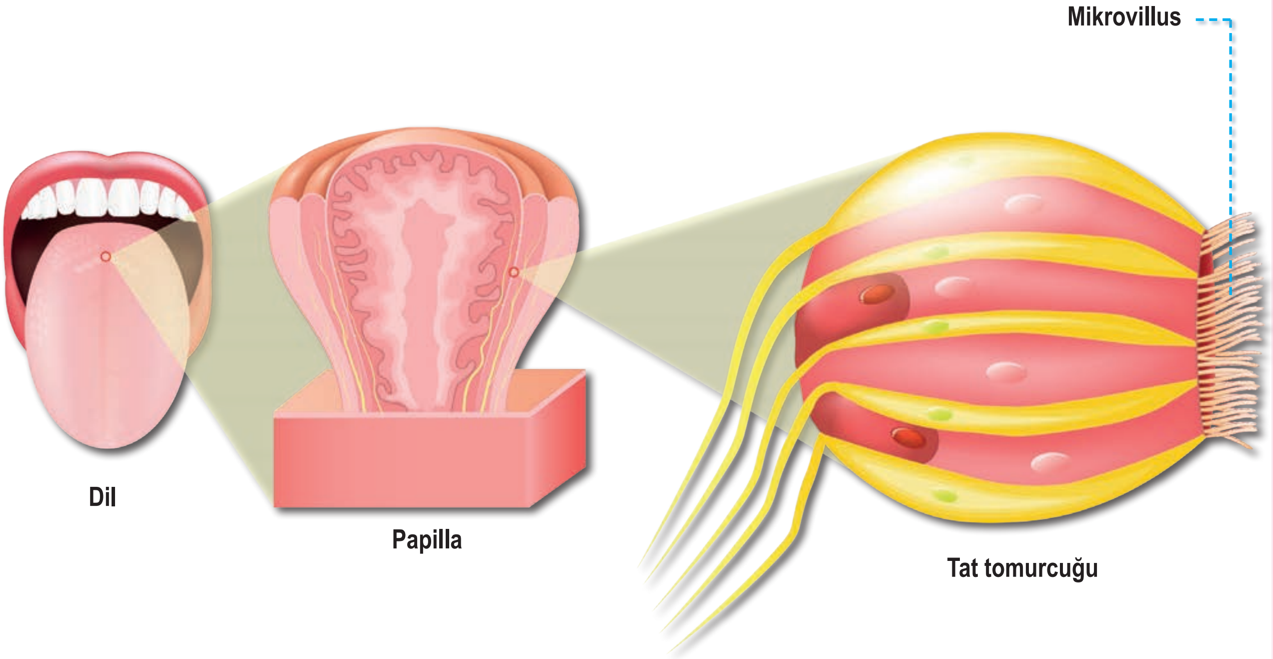
Görsel 1.1.46 İç kulakta denge organının yapısı

Bir süre kendi etrafında dönüp aniden hareketsiz kalındığında hâla dönüyormuş gibi hissedilmesinin sebebi yarım daire kanallarındaki endolenf sıvısının hareketine devam etmesidir. Sıvı hareket ettikçe reseptörler impuls oluşturmaya devam eder.

Denge kaybı; uç beyne, beyinciğe, omuriliğe, göze ve iç kulağa bağlı olarak meydana gelebilen denge bozuklukları. İç kulakta dalız içindeki otolitlerin hareket etmesiyle ortaya çıkan denge kaybı ve baş dönmesi vertigo denilen rahatsızlığa yol açar. İç kulak basıncının artması, denge sinirlerinin iltihabı ve tümörler denge kaybına neden olabilir. Denge kaybı, denge kazandırıcı egzersizlerle, ilaçla ve cerrahi müdahaleyle düzeltilebilir.

Dil

Dil, tat alma duyusu organıdır. Dilde ve ağızda bulunan kemoreseptörler tat duyusunun algılanmasını sağlar. Bu reseptörler özelleşmiş epitel hücreleridir. Dil üzerinde **papilla** denilen çıkıntılarda tat tomurcukları yer alır. Papillada tat tomurcukları, reseptörlerin yerleştiği yapıdır (Görsel 1.1.47). Dildeki tat reseptörlerinin her biri tatlı, tuzlu, acı, ekşi, umami tatlarına karşı duyarlıdır. Dilin her bölgesinden tat alınabilir. Koku duyusunda olduğu gibi tat duyusunun algılanabilmesi için moleküllerin bir sıvı içinde çözünmesi gerekir. Bir maddenin tadının alınabilmesi için önce o maddenin ağzın içini kaplayan mukus (tükürük) içinde çözünmesi gereklidir. Çözünen madde tat reseptörlerini uyarır, impuls meydana gelir. Oluşan impulslar duyu sinirleriyle önce talamusa ardından da beyin kabuğundaki tat alma merkezine ulaştırılır ve maddenin tadı algılanır. Bir maddenin tadının algılanmasında kokusu, sıcaklığı, görünümü ve çiğneme süresi etkili olur. Tat ve koku duyusunun beyne giderken izlediği yol farklı olmasına karşın bu iki duyu birbirini destekler. Bu durum kokusu alınan yiyeceklerin tatlarının daha iyi algılanmasını sağlar.



Görsel 1.1.47: Dil ve tat alma reseptörleri

BİLGİLENİYORUM

Acı, tatlı, tuzlu, ekşi gibi tatların yanında farklı tat kategorisinden biri olan umami Japonca "lezzetli" anlamına gelmektedir. Bu tat geleneksel olarak Asya mutfağında çokça kullanılan glutamat ve benzeri aminoasitlerin tadıyla ilgilidir.

1.1.6. DUYU ORGANLARININ SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Duyu organlarının sağlıklı yapısını korumak, yaşam kalitesini artırmak bakımından önemlidir. Bunun için dikkat edilmesi gereken önemli noktalar vardır.

Gözün sağlıklı yapısının korunması için her şeyden önce göz temizliğine dikkat etmek gerekir. Kirli ellerle göze dokunmak, yoğun ışığa maruz kalmak, bilgisayar başında gözü dinlendirmeden oturmak göz sağlığının bozulmasına neden olur. Gözü zararlı ışıktan korumak için güneş gözlüğü kullanılmalı, göz sağlığını korumak için A vitamini yönünden zengin besinler tüketilmeli ve düzenli aralıklarla göz muayenesi yaptırılmalıdır.

Sivri cisimlerle ve kulak temizleme çubuklarıyla kulağı karıştırmak kulak zarına zarar verebilir. Kulağa su kaçırmak, yüksek sese maruz kalmak, ağız ve diş sağlığına dikkat etmemek kulağın sağlıklı yapısının bozulmasına neden olabilir. Sıralanan bu olumsuz davranışlardan kaçınmak ve düzenli olarak doktor kontrolü yaptırmak kulak sağlığını korumak için alınacak önlemlerden bazılarıdır.

Burun içindeki kılları koparmak, burnuna cisim kaçırmak, burun temizliğine dikkat etmemek burun sağlığını olumsuz etkiler. Nezle ya da grip olunduğunda burnu temizlemek ve düzenli aralıklarla doktor kontrolü yaptırmak burun sağlığını korumak için alınacak önlemlerdendir.

Derinin sağlıklı yapısının korunması için öncelikle güneşin zararlı ışıklarından korunmak gerekir. Cilt temizliğine dikkat ederek, bol su tüketerek, sağlıklı ve dengeli beslenerek derinin sağlıklı yapısı korunabilir. Ayrıca kişisel ürünleri ortak kullanmaktan kaçınmak ve stresten uzak durmak da deri sağlığını korumak için alınacak önlemlerden bazılarıdır.

OKU DEĞERLENDİR

Yüksek sesle müzik dinlemek kulak sağlığı bakımından zararlıdır. Taşınabilir müzik dinleme cihazlarının ses seviyesi 120 dB üzerine çıkabilmektedir. Kulaklıkla yüksek seviyede 1 saat kadar müzik dinleyen bireylerde yapılan işitme testinde 5-10 dB geçici işitme kaybı gözlenmiştir. Ses seviyesinin karşılaştırılması açısından el matkabı 98 dB, çim biçme makinası ise 107 dB seviyesinde gürültü oluşturmaktadır.

Ses şiddetine bağlı olarak gelişen hasar, tipik olarak iç kulakta "salyangoz" adı verilen bölümdeki işitme hücrelerinde veya sinirlerinde oluşur. Gençlerin büyük bir çoğunluğu yüksek sesle müzik dinledikten sonra kulakta çınlama, uğultu ve işitmede azalma gibi belirtilerle karşılaşmakta ancak bunu geçici bir durum olarak görmektedirler. Oysa bu tip belirtiler kalıcı bir hasara işaret ediyor olabilir. Bu durumda ses şiddetini azaltmak veya müzik dinlemeye bir süre ara vermek gerekmektedir. Kulakta uğultu, çınlama, denge kaybı, işitme kaybı gibi belirtiler ortaya çıktığında vakit kaybetmeden hekime başvurulmalıdır.

Aşağıdaki soruları metne göre yanıtlayınız.

a) Yüksek sesle müzik dinlemek hangi rahatsızlıkları oluşturabilir?

b) Ses şiddetine bağlı olarak iç kulakta hangi bölümler etkilenmektedir?

c) Yüksek sesle uzun süre müzik dinlemek, işitme sorunu yanı sıra denge sorunu da ortaya çıkarır. Bu durumu nasıl açıklarsınız?

ARAŞTIRIYORUM

Renk körlüğü, miyopi, hipermetropi, astigmatizm, işitme kaybı ve denge kaybı gibi rahatsızlıkların tedavisiyle ilgili teknolojik gelişmeleri araştırınız. Edindiğiniz bilgileri bir sunu hâline getirip sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. BÖLÜM SONU ÖLÇME DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki açık uçlu soruların yanıtını boş bırakılan alana yazınız.

1. Tip I diyabet rahatsızlığı olan bireyler çok yemek yer ancak zamanla kilo kaybederler. Bu kişiler çok su içer ve sık idrara çıkarlar. Ayrıca hastalığa bağlı olarak yorgunluk ve halsizlik görülür. Bu durumun temel nedenlerini açıklayınız.

....

....

2. Ege, sıcak bir cisme dokunur ve elini hızla çeker. Elinin yandığını hisseder.
Bu durumun oluşmasında

I. Beyin kabuğu
II. Sinaps
III. Nöron

unsurlarından hangileri görev alır? Nedenleriyle belirtiniz.

....

3. Ayşe her sabah ailesiyle yürüyüş yapar. Bir sabah yürüyüşe çıktığında aniden duyduğu sesle irkilir ve göz bebekleri büyür. Sesin geldiği yöne doğru hızla başını çevirir.

Yukarıda anlatılan olayda Ayşe'nin sinir sistemine ait hangi bölüm bu faaliyetleri kontrol etmiştir?

....

....

....

4. Kalsitonin salgısı artan bir insandaki kalsiyum miktarında aşağıdaki faktörlerde ne yönde değişiklik olur? Nedenlerini yazınız.

Böbreklerden kana emilen kalsiyum ....

....

Bağırsaktan kana emilen kalsiyum ....

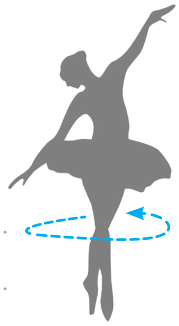
....

Kandan kemik dokuya geçen kalsiyum ....

....

5. Uzak bir noktaya bakan bir insanda göz uyumu sırasında gerçekleşen olayları oluş sırasına göre sıralayınız.

I. Asıcı bağların kasılması
II. Göz merceğinin incelmesi ....
III. Kirpiksi kasların gevşemesi



6. Görseldeki balerin kendi etrafında dönmektedir.
Bu kişi bir süre sonra durduğunda baş dönmesi belirli bir süre devam etmektedir.

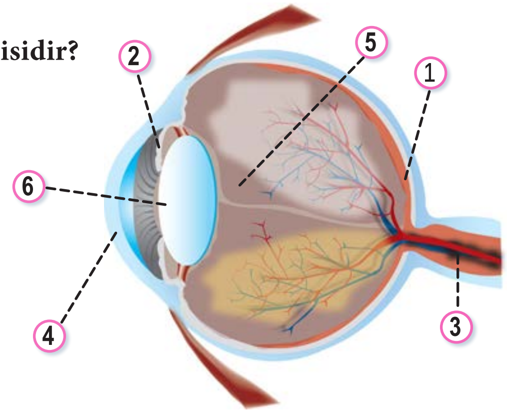
Bunun temel nedeni nedir?

....

....

7. Gözün numaralandırılmış bölümleriyle ilgili

A) Göz uyumunu sağlayan bölgeler hangileridir?
B) Görüntüyü algılayan reseptörlerin bulunduğu bölge hangisidir?
C) Işınların sarı benekte toplanmasını sağlayan bölgeler hangileridir?
Ç) Camsı cisim hangi bölgededir?
D) Görmeyle ilgili sinirlerin bulunduğu bölge hangisidir?



A) ....
B) ....
C) ....
Ç) ....
D) ....

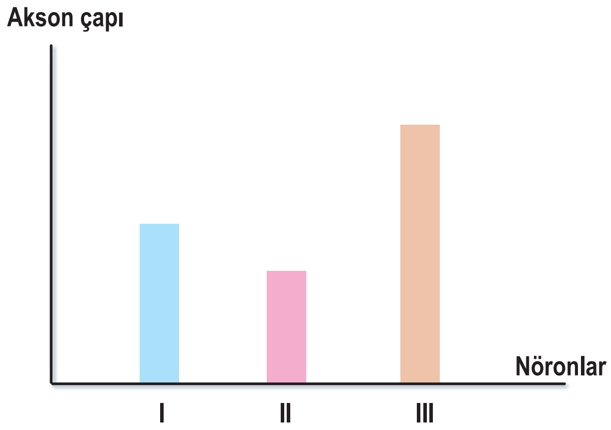
8. Gözleri açık olan birey dik ve dengeli bir biçimde yürüyebilir. Ancak tamamen karartılmış ve daha önceden bilmediği bir ortamda yürütülen birey düzgün yürüyemez.

Karanlıkta düzgün yürüyememesinin nedenini hangi organ ve yapıların ilişkisiyle açıklayabilirsiniz?

....

9. İnsan sinir sistemindeki ara nöronlardan üç tanesinin akson çapıyla ilgili özelliği grafikte verilmiştir.

Numaralandırılmış nöronlardaki impuls iletim hızının en küçük olandan en büyük olana doğru sıralanışını yazınız. Bu sıralamayı nasıl yaptığınızı açıklayınız.



....

....

....

....

10. Ses dalgalarının kulakta izlediği yol aşağıdaki gibidir.
Ses dalgalarının kulakta iletimi aşamasında eksik bırakılan bölümleri doldurunuz.

Kulak yolu → **Kulak zarı** → **Çekiç** → .... → **Üzengi** → .... →
Vestibular kanal → .... → .... → **Kohlear kanal** → .... →
Duyu sinirleri → ....

B) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

11. Epitel dokuyla ilgili aşağıda verilenlerden hangisi yanlıştır?

A) Salgı yapma
B) Duyuları alma
C) Dış etkenlere karşı koruma
D) İnce bağırsakta besin emilimi
E) Diğer dokular arasındaki boşlukları doldurma

12. Sinir sisteminin sağlığını korumak için

I. Stresten uzak durmak
II. Sağlıklı beslenmek
III. Düzenli spor yapmak
IV. Karbonhidrat bakımından zengin beslenmek

gibi davranışlardan hangileri yapılmalıdır?

A) I ve II
B) II ve III
C) I, II ve III
D) II, III ve IV
E) I, II, III ve IV

13. Duyu organlarının sağlıklı yapısının korunmasıyla ilgili aşağıdakilerden hangisi yapılmamalıdır?

A) Düzenli sağlık kontrolü
B) Yüksek sesten korunmak
C) Sürekli bilgisayar kullanmak
D) Ultraviyole ışınlarından korunmak
E) Burun tıkanıklığını açmak

14. Bağ dokuya ait

I. Fibroblast
II. Plazma
III. Pigment

hücrelerinden hangileri antikor üreterek bağışıklığa katkıda bulunur?

A) Yalnız II
B) Yalnız III
C) I ve II
D) II ve III
E) I, II ve III

15. Hormonların düzenli salgılanması sağlıklı yapının korunmasında ve homeostasinin oluşmasında oldukça önemlidir.

Aşağıda verilen hormonların göreviyle ilgili

I. Kalsitonin kanda kalsiyum miktarının düzenlenmesinde görev alır.

II. Açlık durumunda glukagon kandaki glikoz miktarını artırır.

III. Aldosteron kandaki sodyum miktarının düzenlenmesinde görev alır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) I ve III
E) I, II ve III

2. BÖLÜM

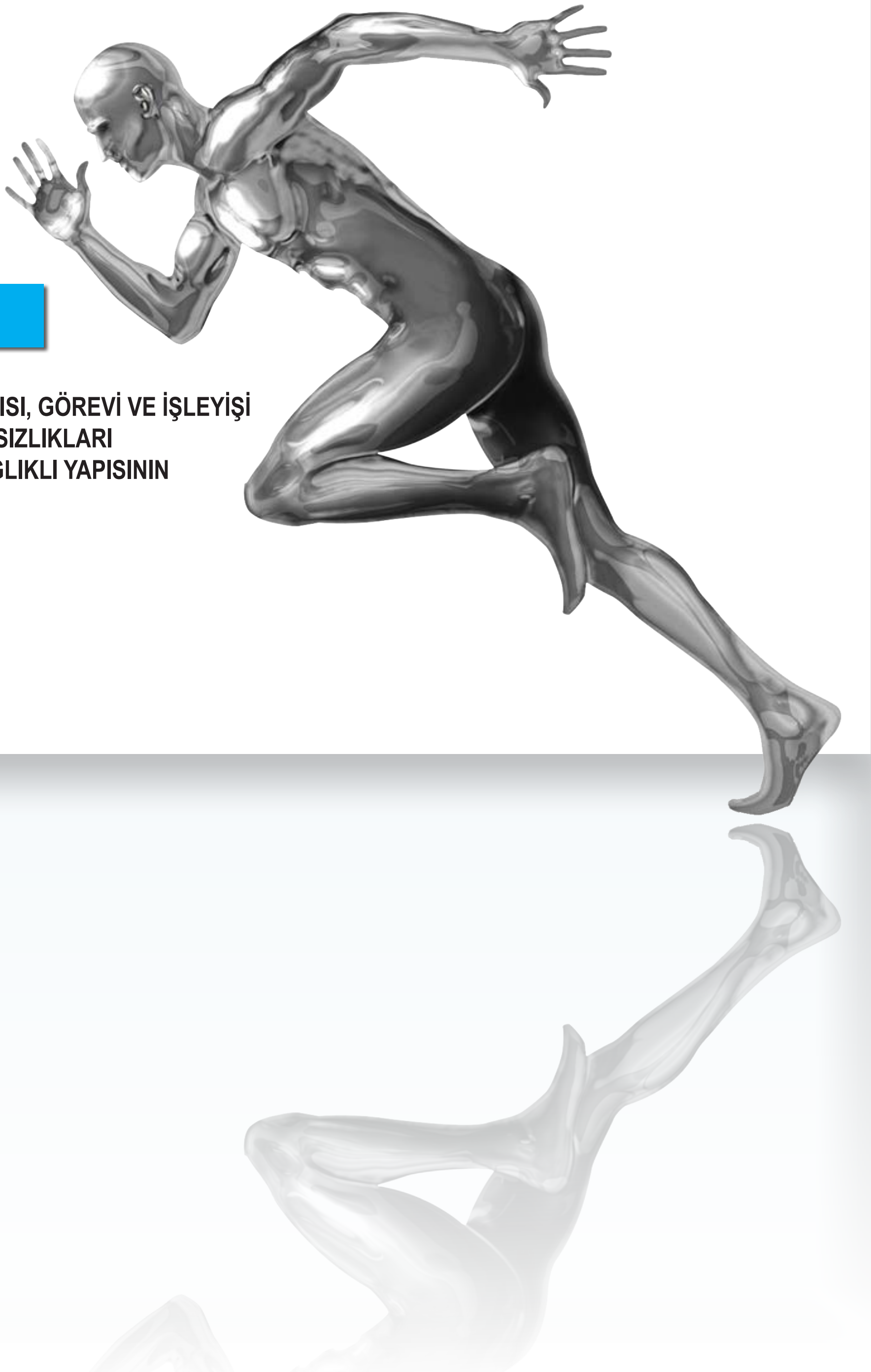
DESTEK VE HAREKET SİSTEMİ

ANAHTAR KAVRAMLAR

- **Eklem**
- Kas
- **Kemik**
- **Kıkırdak**
- **Tendon**

İÇERİK

- **1.2.1. DESTEK VE HAREKET SİSTEMİNİN YAPISI, GÖREVİ VE İŞLEYİŞİ**
- **1.2.2. DESTEK VE HAREKET SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI**
- **1.2.3. DESTEK VE HAREKET SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI**



HAREKET ET, MUTLU OL !

Vücudumuz tıpkı bir makineye benzer. Çalıştırılmadığında verimi düşer ve aynı paslanmış bir makine gibi işlev göremez hâle gelebilir. Yani sağlıklı çalışması için hareket etmesi şarttır. Ancak sağlıklı olmak yalnızca hasta olmamak anlamına gelmiyor. Aynı zamanda zihinsel ve ruhsal bakımdan da sağlıklı olmaya karşılık geliyor. Sporun obezite, kalp rahatsızlıkları gibi pek çok sağlık sorununa iyi geldiğine yönelik bilgilendirmelerle sıkça karşılaşıyoruz. İlkokul çağından yaşlılığa kadar sporun ne kadar önemli olduğunu duyuyoruz. Buna karşın spor bir çoğumuz için yalnızca bir dönem yaşamımıza girmeyi başarabilen bir heves ya da kulak asılmayan bir gerçek olarak kalıyor. Bu gerçeğin stresi ve strese bağlı hastalıkları azaltmak konusunda hiç de azımsanamayacak etkileri var.

Bu konudaki araştırmalar arasında ergenler üzerinde yapılan çalışmalar önemli bir yer tutuyor. Ergenlik döneminde hem vücudumuzda oluşan biyolojik değişiklikler hem de olgunlaşmayla birlikte ortaya çıkan bilişsel yetiler bizi sorgulamalara ve değişken bir ruh hâline iter. Ancak pek çok araştırma bir program doğrultusunda, belli bir amaca yönelik etkinliklere ve organize sporlara katılmanın ergenin ruh sağlığı üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermiş.

Almanya'da 2002 yılında, spor yapan ve yapmayan 14-18 yaş aralığındaki 1000 lise öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilen bir çalışmada, spor yapanların yapmayanlara göre daha olumlu kendilik imajına sahip olduğu, daha az oranda zararlı alışkanlıklar edindikleri, daha düşük depresyon, kaygı ve endişe skorlarına sahip olduğu saptanmış.

Sporun en etkileyici işlevlerinden biri beynimizin öğrenme ve hafızadan sorumlu merkezî hipokampüste yeni nöronların oluşumunu sağlaması. Spor sırasında oluşan hafif derecede stresin kalsiyum akışını tetiklediği, bunun da hipokampüste yer alan nöronlardaki kopyalama faktörlerini harekete geçirdiği düşünülüyor.

Ayrıca spor sırasında salgılanan endorfin; egzersizin yarattığı rahatsızlığı azaltarak rahatlama sağladığı, huzursuzluk ve depresyon hissini dindirdiği biliniyor.

(Düzenlenmiştir.)

Bilim ve Teknik Dergisi, Haziran 2016

HAZIRLAN YORUM

1. Fiziksel etkinlikleri yapabilmenizi sağlayan organlar ve sistemler nelerdir?
2. Fiziksel etkinliklerin sağlığınız üzerinde ne tür olumlu etkileri vardır?

1.2.1. DESTEK VE HAREKET SİSTEMİNİN YAPISI, GÖREVİ VE İŞLEYİŞİ

Destek ve hareket sistemi; kemik, kıkırdak, kas ve bağ dokulardan oluşur. Bu sistemin hareketi sağlama, organizmaya destek olma, vücudun ihtiyacı olan mineralleri depolama, iç organlara ve kaslara bağlanma yüzeyi sağlama, önemli iç organları koruma, vücuda biçim verme ve kan hücrelerini üretme gibi görevleri vardır. Destek ve hareketi sağlamak için iskelet ve kas sistemi birlikte görev yapar.

İSKELET SİSTEMİ

İskelet sistemi, vücudu destekler ve kasların tutunması için yüzey alanı sağlar. İskelet sistemi önemli iç organları zedelenmekten korur.

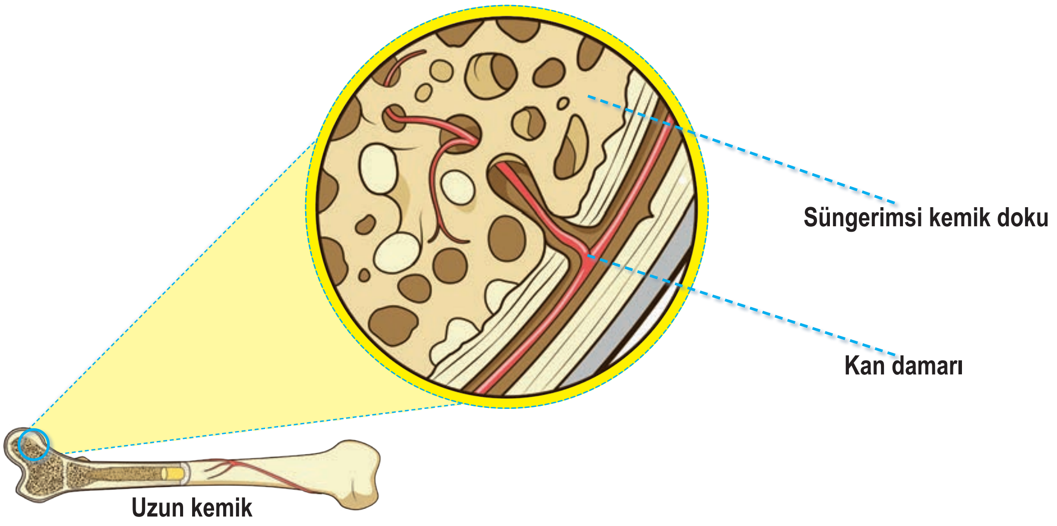
İskelet sistemi, kemik ve kıkırdak olmak üzere iki çeşit bağ dokudan meydana gelir. Embriyonik dönemde iskelet sisteminin büyük bir bölümü kıkırdak yapıdadır. Embriyoda ikinci aydan itibaren kalsiyum karbonat, kalsiyum fosfat gibi tuzların birikmesiyle kemikleşme süreci başlar. Ergin bireylerin kulak, burun, eklem yerleri gibi bölgelerinde kıkırdak doku varlığını sürdürür.

Kemik Doku

Kemik doku hücrelerine **osteosit**, kemik doku ara maddesine ise **osein** denir. Osteositler, **lâkün** denilen boşluklar içinde yer alır ve ince uzantılarla birbiriyle bağlantı kurar. Osein hem organik hem de inorganik maddelerden oluşur. Organik kısmını kollajen lifler, inorganik kısmını ise kalsiyum karbonat ve kalsiyum fosfat tuzları oluşturur. Ayrıca florür, az miktarda sodyum, magnezyum ve demir tuzları da bulundurur. Ara maddede bulunan kalsiyum karbonat ve kalsiyum fosfat tuzları kemik dokuya sertlik kazandırır. Yaşın ilerlemesiyle kemik dokuda organik madde oranı azalır, mineral tuz oranı artar. Bu nedenle kemiğin sertliği ve buna bağlı olarak da kırılganlığı artar. Organik kısım olan kollajen lifler ise kemiğe esneklik verir. Çocuklarda kemikler daha esnektir. Kemik doku kan damarları ve sinirler bakımından da zengindir.

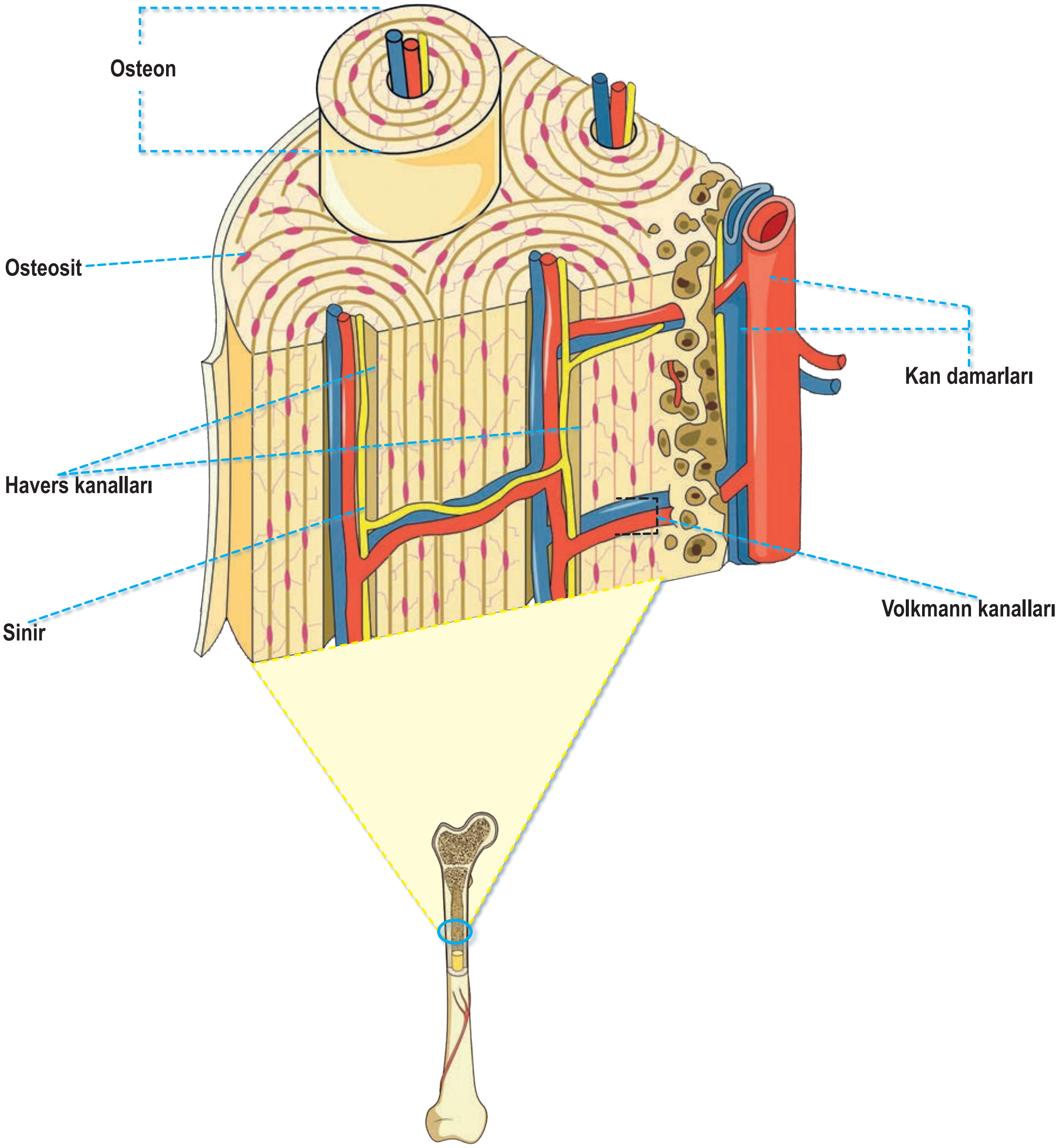
Tamamıyla gelişmiş olan bir kemik, doku yoğunluğu bakımından farklı bölgelere sahiptir. Bir uzun kemikte hem sıkı kemiğin hem de süngerimsi kemiğin yer aldığı bölgeler vardır. Doku yapısına göre kemikler süngerimsi kemik doku ve sıkı kemik doku olmak üzere iki çeşittir.

Süngerimsi kemik doku: Küçük kemik plakaların birbirine boşluk bırakarak bağlanması nedeniyle gözenekli yapıya sahiptir. Süngerimsi kemik, böyle bir yapı sayesinde oldukça büyük baskılara dayanabilir. Süngerimsi kemiğin boşluklarında kırmızı kemik iliği bulunur. Kırmızı kemik iliğinde kan hücreleri üretilir. Süngerimsi kemik dokuda kanallar sistemi yoktur. Süngerimsi kemik, uzun kemiklerin şişkin olan uç kısımlarında (Görsel 1.2.1) ve ilik kanalı çevresinde yassı ve kısa kemiklerin iç kısmında bulunur.



Görsel 1.2.1: Süngerimsi kemik doku

Sıkı kemik doku: Ara madde kalsiyum karbonat, kalsiyum fosfat gibi tuzların yoğun bir şekilde birikimi nedeniyle oldukça sıkı ve sert yapıya sahiptir. Uzun kemiklerin gövde kısmı büyük ölçüde sıkı kemikten oluşmuştur. Sıkı kemik osteon adı verilen yapı birimlerinden oluşur. Osteon, merkezî bir kanal çevresinde dairesel olarak sıralanmış kemik tabakalar ve tabakaların arasında konumlanmış kemik hücrelerden oluşmuştur. Osteonun ortasındaki kanala **Havers kanalı**, Havers kanallarını yatay olarak birbirine bağlayan kanallara **Volkmann kanalı** adı verilir (Görsel 1.2.2). Bu kanallarda sinirler ve kemik dokuyu besleyen kan damarları yer alır. Kemik dokunun ihtiyaç duyduğu besin ve oksijen kanallardaki kan damarından sağlanır. Atık ürünler de aynı yolla kana verilir.

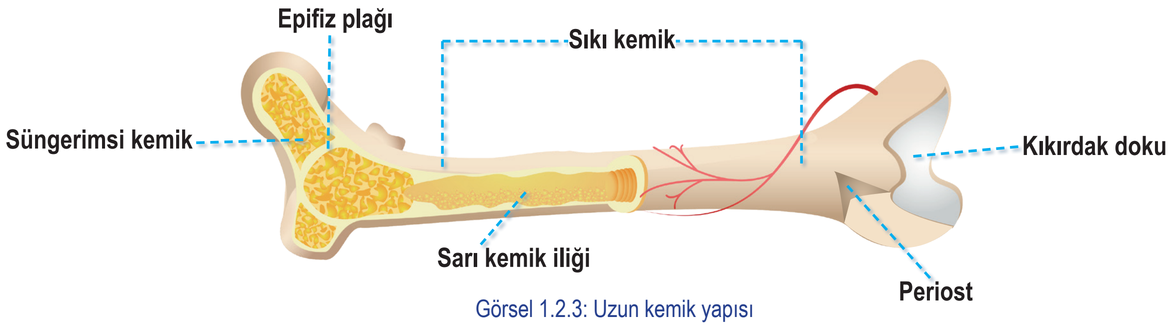


Görsel 1.2.2: Sıkı kemik doku

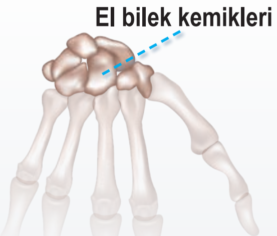
Şekillerine göre kemikler uzun kemikler, kısa kemikler, yassı kemikler ve düzensiz şekilli kemikler olmak üzere dört çeşittir.

Uzun kemikler: Boyu eninden uzun olan kemiklerdir. Koldaki pazu kemiği ve bacaklardaki uyluk kemikleri uzun kemiklere örnektir. Uç kısımlarındaki şişkin bölgeler baştır. İki baş arasındaki bölge ise gövdedir. Baş kısımlarının dış kısmı, sıkı kemik doku iç kısmı ise süngerimsi kemik doku yapısındadır. Gövde kısmı büyük ölçüde sıkı kemikten oluşmuştur. Gövdenin ortasındaki boşlukta ise sarı kemik iliği yer alır. Sarı kemik iliği yalnızca uzun kemiklerin yapısında bulunur. Bol miktarda yağ içerir. Sarı kemik iliğinde bazı akyuvar hücreleri üretilir.

Uzun kemiklerin (Görsel 1.2.3) baş kısmında kemiğin boyuna uzamasını sağlayan kıkırdak dokudan oluşmuş epifiz plağı vardır. Epifiz plağı; ergenlik döneminin ardından kemikleşir, kemikte ve bireyde boyuna uzama durur. Kemiklerin dış yüzeyini saran zara **periost** adı verilir. Periost, bol miktarda kan damarı ve sinir içerir. Periost, kemiğin enine kalınlaşmasını ve kırılan kemiğin onarılmasını sağlar.



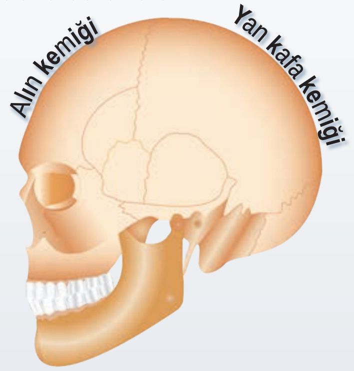
Görsel 1.2.3: Uzun kemik yapısı



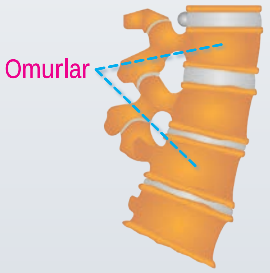
Görsel 1.2.4: Kısa kemikler

Kısa kemikler: Uzunlukları, genişlikleri ve kalınlıkları birbirine yakın olan kemiklerdir. Ön kolla el arasında bulunan el bilek kemikleri ve bacakla tarak kemikleri arasında bulunan ayak bilek kemikleri kısa kemiklere örnektir (Görsel 1.2.4). Kısa kemiklerin dış yüzeyini periost sarar. Kısa kemiklerin iç kısmında süngerimsi kemik doku dış kısmında sert kemik doku bulunur.

Yassı kemikler: Yapısı yassı ve ince olan kemiklerdir. Kafatası kemikleri, kaburga, kalça kemiği ve kürek kemiği yassı kemiklere örnektir (Görsel 1.2.5). Yassı kemiklerin dış kısmında periost bulunur. Yassı kemiğin merkezinde kırmızı kemik iliği içeren süngerimsi kemik doku, dış tarafında ise sert kemik doku bulunur.



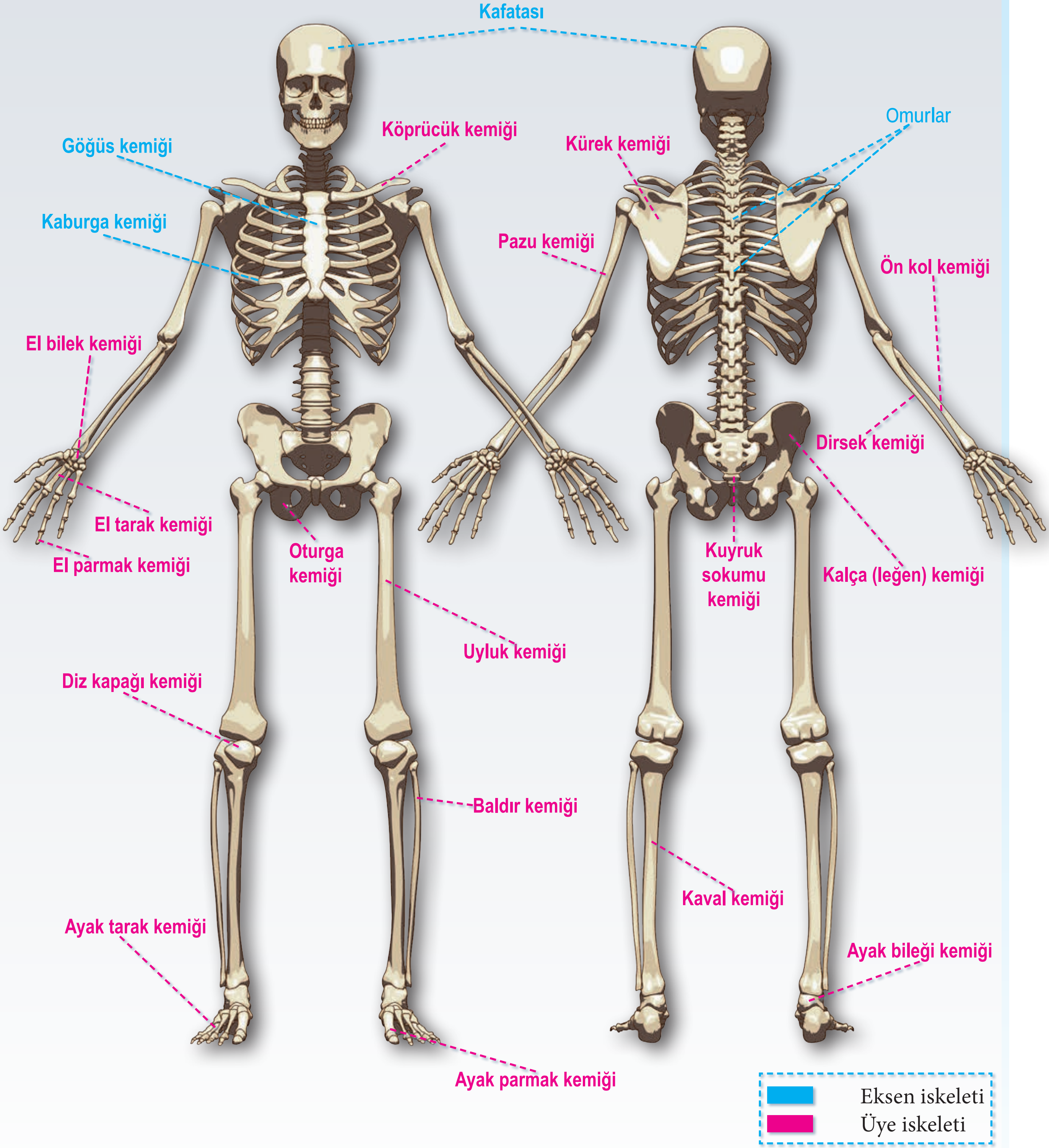
Görsel 1.2.5: Kafatasında yassı kemikler



Görsel 1.2.6: Düzensiz şekilli kemikler

Düzensiz şekilli kemikler: Belirli bir şekli olmayan, baskılara dayanıklı sağlam kemiklerdir. Omurlar ve çene kemikleri düzensiz şekilli kemiklere örnektir (Görsel 1.2.6). Diğer kemik çeşitlerinde olduğu gibi dıştan periostla kaplıdır. İç tarafında süngerimsi kemik doku dış tarafında ise sert kemik doku bulunur.

Yetişkin insan iskeleti 206 kemikten oluşur (Görsel 1.2.7). Bu kemiklerin bazıları birbirine kaynaşmıştır. İskelet, eksen iskeleti ve üyeler iskeleti olmak üzere iki ana bölüme ayrılır. Eksen iskeletinde baş ve gövde iskeleti yer alır.


Kafatası
Omurlar
Göğüs kemiği
Köprücük kemiği
Kürek kemiği
Kaburga kemiği
Pazu kemiği
Ön kol kemiği
El bilek kemiği
Dirsek kemiği
El tarak kemiği
El parmak kemiği
Oturga kemiği
Kuyruk sokumu kemiği
Kalça (leğen) kemiği
Uyluk kemiği
Diz kapağı kemiği
Baldır kemiği
Kaval kemiği
Ayak tarak kemiği
Ayak bileği kemiği
Ayak parmak kemiği
Eksen iskeleti
Üye iskeleti

Görsel 1.2.7: İnsan iskeletinde yer alan kemikler

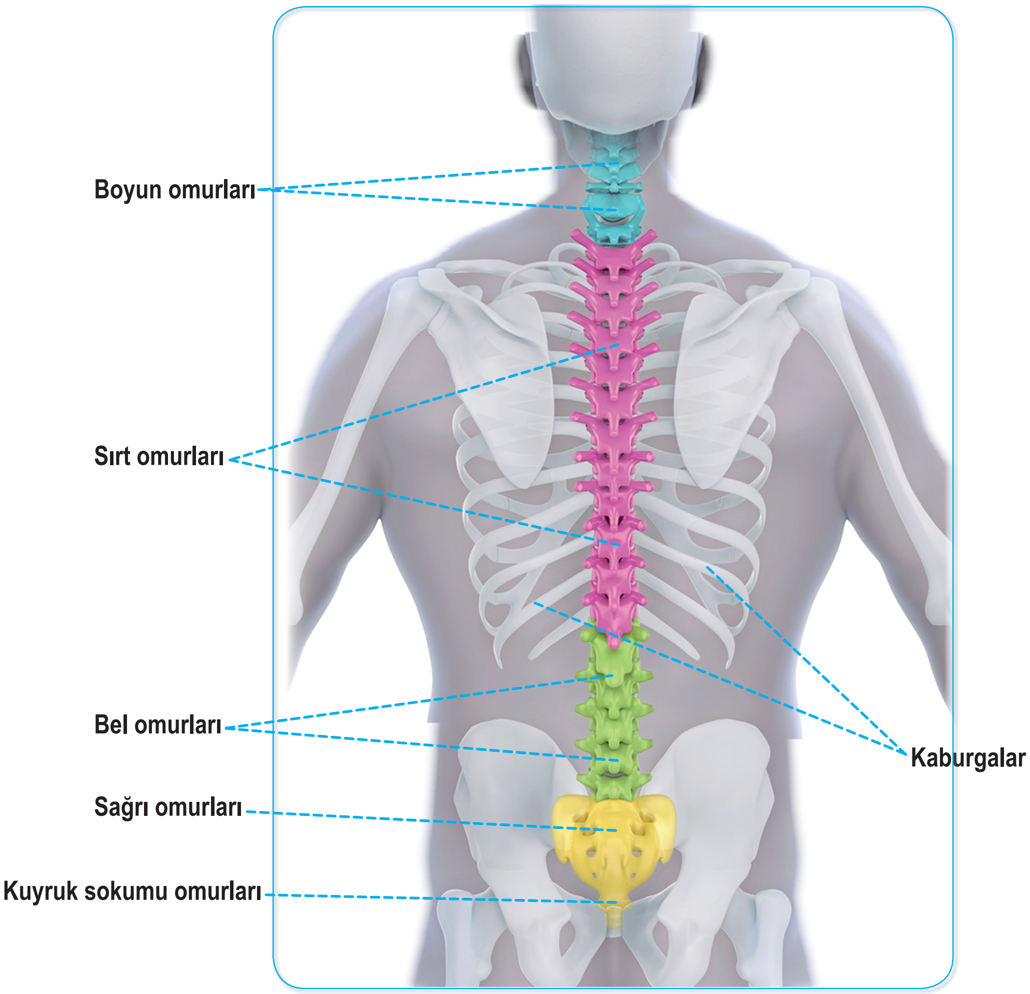
Baş iskeleti (Görsel 1.2.8), kafatası ve yüz kemiklerinden oluşur. Baş iskeletinde sadece alt çene kemiği hareketlidir.

Gövde iskeleti; omurga, göğüs kemiği ve kaburgalardan oluşur. Omurga, boyundan kuyruk sokumuna kadar devam eder. Omurgadaki omur deliklerinin üst üste gelmesiyle oluşan omurga kanalında omurilik bulunur. Omurlar arasında kıkırdaktan oluşmuş diskler vardır. Omurgayı oluşturan omurlar baş ve gövdenin hareketini ve vücudun dik durmasını sağlar. Kaburga ve iç organlara bağlanma bölgesini oluşturur. Omurların içinde bulunan kanalda omurilik vardır ve omurlar omuriliği korur. Baş, gövde, göğüs ve karın boşluğundaki birçok organın ağırlığını taşır ve destek olur. Omurlar yapı ve işlevleri bakımından boyun omurları, sırt omurları, bel omurları, sağrı omurları ve kuyruk sokumu omurları olmak üzere beş bölümde incelenir (Görsel 1.2.9).

Görsel 1.2.8: Baş iskeleti

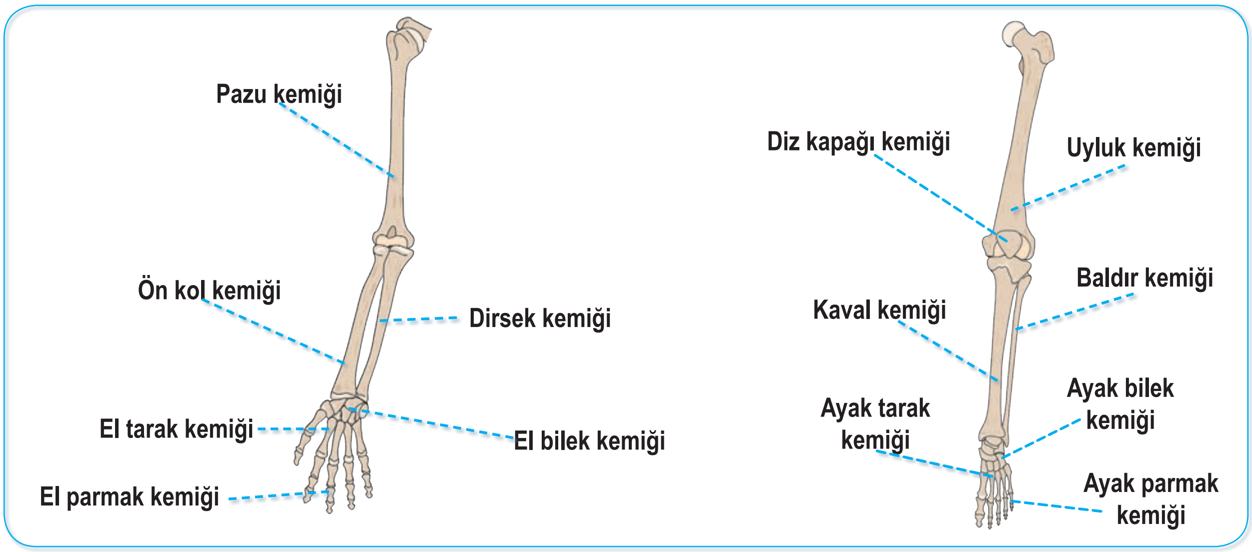
Boyun omurlarının birincisine atlas, ikincisine eksen adı verilir. Sırt omurları, kaburgayla bağlantılıdır. İnsanda on iki çift kaburga vardır. Sırt omurlarından çıkan kaburgaların ilk yedi çifti ayrı ayrı sonraki üç çift, birleşerek göğüs kemiğine bağlanır. Son iki çift kaburganın uçları göğüs kasları arasında serbesttir. Bu kaburgalara yüzücü kaburga denir.

Kaburga göğüs bölgesindeki iç organları korur, destekler ve soluk alıp vermeyi sağlar. Kaburga kemiklerindeki ilikler kan yapımında önemli bir yere sahiptir.



Görsel 1.2.9: Omur çeşitleri

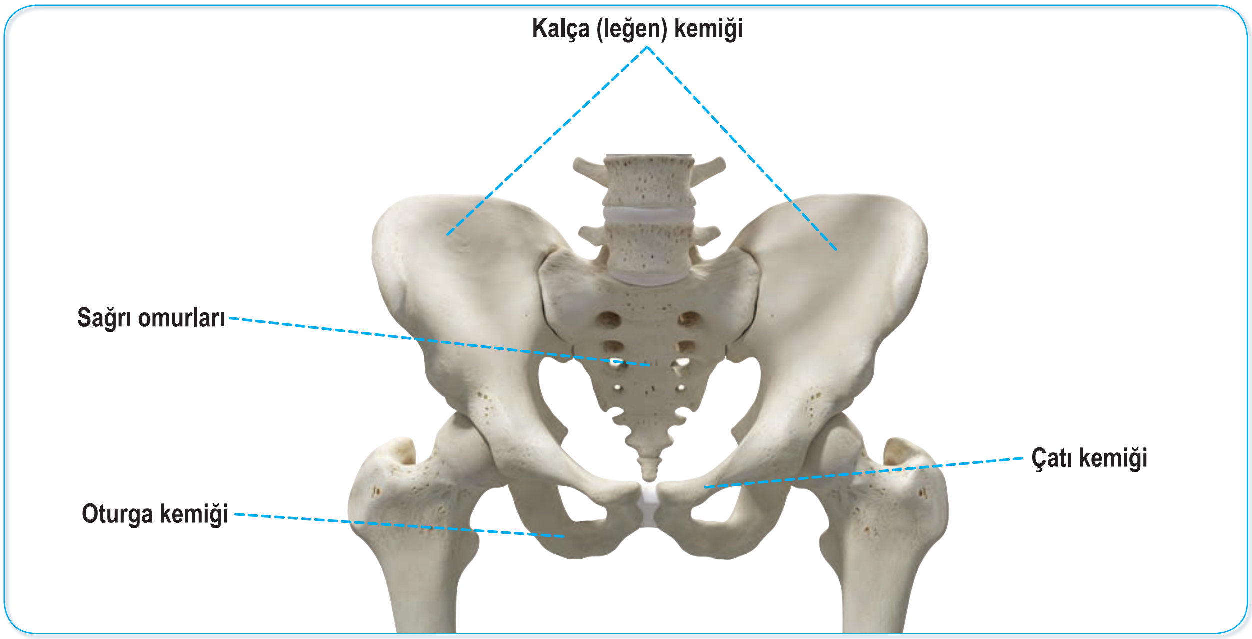
Üyeler iskeletinde ise üye kemerleriyle kol ve bacak kemikleri yer alır. Kol kemikleri; kolda pazu, ön kol, dirsek, el bilek, el tarak ve el parmak kemiklerinden oluşur. Bacakta ise uyluk, diz kapağı, kaval, baldır, ayak bilek, ayak tarak ve ayak parmak kemiklerinden oluşur (Görsel 1.2.10).


Pazu kemiği
Ön kol kemiği
Dirsek kemiği
El tarak kemiği
El bilek kemiği
El parmak kemiği
Diz kapağı kemiği
Uyluk kemiği
Baldır kemiği
Kaval kemiği
Ayak tarak kemiği
Ayak bilek kemiği
Ayak parmak kemiği

Görsel 1.2.10: Kol ve bacak kemikleri

Üye kemerleri, omuz kemeri ve kalça kemerinden oluşur. Omuz kemerinde önde köprücük kemiği, arkada ise kürek kemiği vardır. Omuz kemeri kol kemiğine eklemle bağlanır.

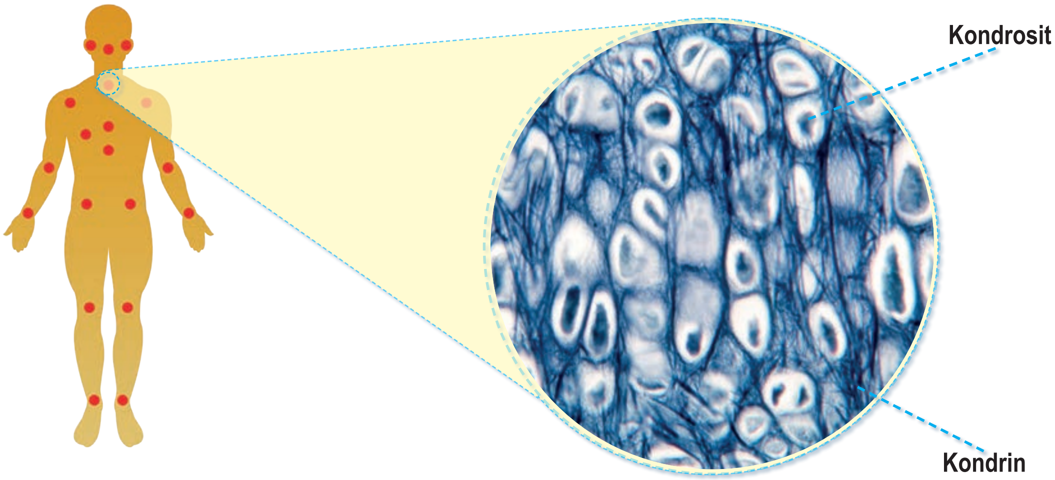
Kalça kemeri; oturga, kalça ve çatı olmak üzere üç kemiğin kaynaşmasıyla oluşur (Görsel 1.2.11). Her iki kalça kemeri arkada sağrı omurlarına; önde ise birbirine bağlanır. Böylece kalça kemerleri arasında leğen boşluğu oluşur. Kalça kemerleriyle bacak kemikleri eklemle birleşir.


Kalça (leğen) kemiği
Sağrı omurları
Çatı kemiği
Oturga kemiği

Görsel 1.2.11: Kalça kemeri iskeleti

Kıkırdak Doku

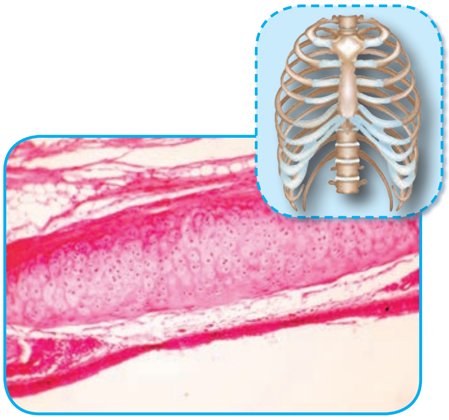
Kıkırdak doku, kıkırdak hücreleri ve bunların salgıladığı hücreler arası maddelerden oluşur. Kemiklerin birleşim yerlerinde, kulak kepçesinde, burunda ve östaki borusunda bulunur. Kıkırdak doku hücresine **kondrosit** ara maddesine ise **kondrin** denir. Ara maddede protein yapılı lifler bulunur. Kıkırdak dokunun ara maddesi jel şeklinde olduğu için kemik dokudan daha esnektir (Görsel 1.2.12). Kıkırdak doku ara maddesinde kan damarı bulunmaz. Kıkırdak doku hücreleri, kıkırdak dokunun etrafını saran bağ dokudaki damarlardan salınan maddelerin difüzyonuyla beslenir. Bu nedenle zedelenen kıkırdak dokunun onarımı uzun süre alır.



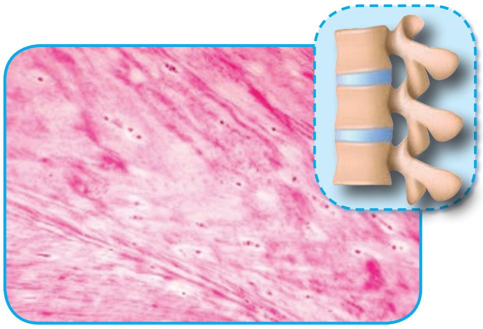
Görsel 1.2.12: Kıkırdak doku

Kıkırdak doku, ara maddesinde bulundurduğu liflerin yapısına göre hiyalin, fibröz ve elastik kıkırdak olmak üzere üç çeşittir.

Hiyalin kıkırdak: Kollajen lif bulundurur. İnsanlarda embriyonal dönemde iskeletin büyük bir kısmını oluşturur. Embriyonun gelişim sürecinde hiyalin kıkırdak kemik dokuya dönüşür. Ancak kaburga uçlarında, oynar eklemlerdeki kemiklerin eklem yüzeyinde hiyalin kıkırdak kemik dokuya dönüşmez (Görsel 1.2.13). Soluk borusunda, burunda, bronşlarda, kemik eklem yerlerinde ve kaburga uçlarında hiyalin kıkırdak bulunur.



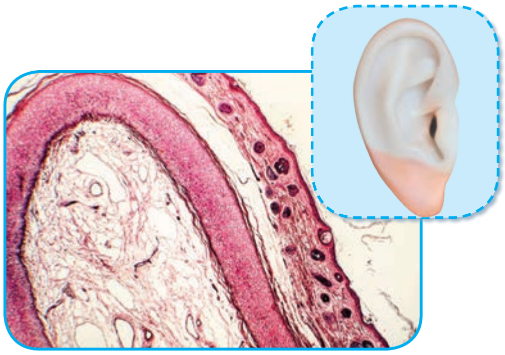
Görsel 1.2.13: Hiyalin kıkırdak



Görsel 1.2.14: Fibröz kıkırdak

Fibröz kıkırdak: Bol miktarda kollajen lif içerir. Bu sayede basınca ve çekmeye karşı dayanıklı kıkırdaktır. Omurgayı oluşturan omurların arasındaki esnek diskler fibröz kıkırdak yapısındadır. Ayrıca kalça ve diz eklemleri ile köprücük kemiği eklemlerinde de fibröz kıkırdak bulunur (Görsel 1.2.14).

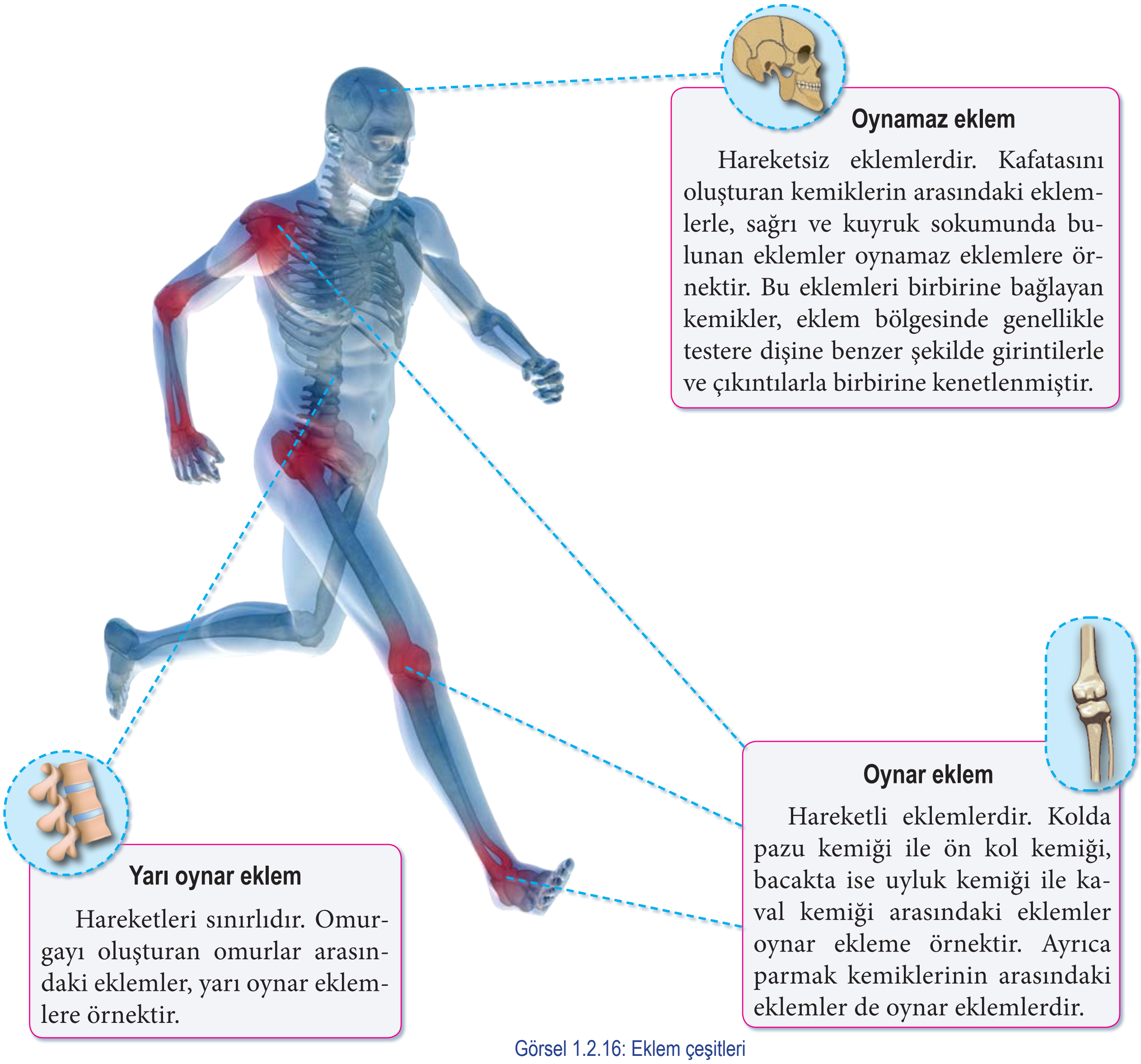
Elastik kıkırdak: Esneme ve bükülme yeteneği fazla olan kıkırdaktır. Ara maddesinde elastik lifler bulunur. Kulak kepçesindeki kıkırdak, östaki borusundaki kıkırdak ve epiglottisteki (gırtlak kapağı) kıkırdak elastik kıkırdak örnekleridir (Görsel 1.2.15).



Görsel 1.2.15: Elastik kıkırdak

Eklemler

Kemiklerin birbiriyle birleşme yerine **eklem** denir. Hareket şekline göre oynamaz eklemler, yarı oynar eklemler ve oynar eklemler olmak üzere üç çeşit eklem vardır (Görsel 1.2.16).



Oynamaz eklem

Hareketsiz eklemlerdir. Kafatasını oluşturan kemiklerin arasındaki eklemlerle, sağrı ve kuyruk sokumunda bulunan eklemler oynamaz eklemlere örnektir. Bu eklemleri birbirine bağlayan kemikler, eklem bölgesinde genellikle testere dişine benzer şekilde girintilerle ve çıkıntılarla birbirine kenetlenmiştir.

Oynar eklem

Hareketli eklemlerdir. Kolda pazu kemiği ile ön kol kemiği, bacakta ise uyluk kemiği ile kaval kemiği arasındaki eklemler oynar ekleme örnektir. Ayrıca parmak kemiklerinin arasındaki eklemler de oynar eklemlerdir.

Yarı oynar eklem

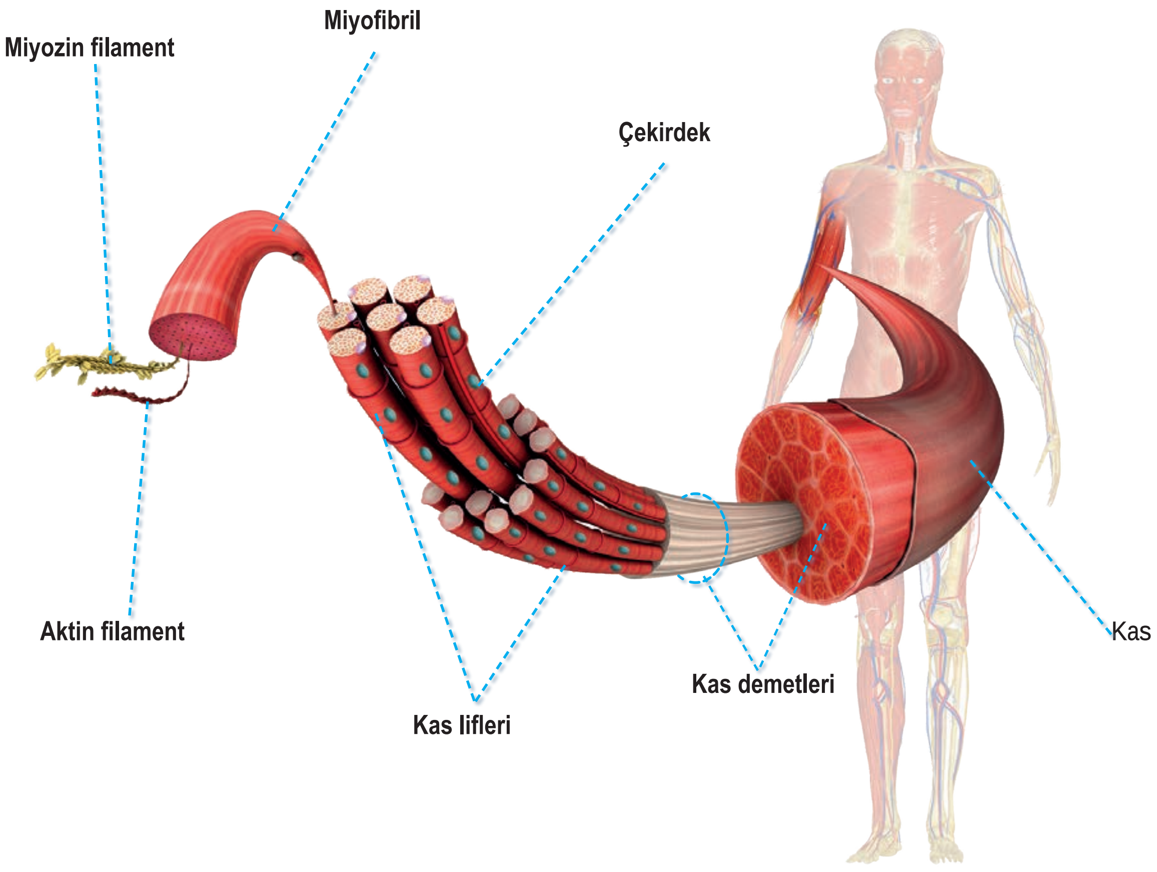
Hareketleri sınırlıdır. Omurgayı oluşturan omurlar arasındaki eklemler, yarı oynar eklemlere örnektir.

Görsel 1.2.16: Eklem çeşitleri

KAS SİSTEMİ

Kaslar, kemiklerle vücuda şekil verir. Kasların temel görevi, vücudun veya bulundukları organların hareketini sağlamaktır. Örneğin iskelet kaslarının kasılıp gevşemesi sayesinde konuşma, nefes alıp verme, yürüme, koşma, yüzme gibi çeşitli hareketler gerçekleşir. İstemsiz çalışan düz kaslar, iç organlarımızın hareketini sağlar. Kan, kalp kasının kasılmasıyla tüm vücuda ve akciğerlere pompalanır. Böylece hücrelere gerekli maddelerin ulaştırılması sağlanır.

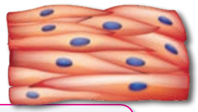
Kaslar, kas dokusundan oluşmuştur. Kas dokusunda yer alan kas lifleri **kas hücresi** olarak adlandırılır. Kas hücreleri özelleşmiş hücrelerdir. Kas hücrelerinin zarına **sarkolemma**, plazmasına **sarkoplazma**, endoplazmik retikulumuna **sarkoplazmik retikulum** adı verilir. Kas hücrelerinde kasılıp gevşemeyi sağlayan **aktin** ve **miyozin** proteinlerinden oluşmuş filamentler bulunur. Bu iplikçikler, bir araya gelerek miyofibrilleri oluşturur (Görsel 1.2.17). Kas dokuda enerji ihtiyacı fazla olduğundan kas hücrelerinin mitokondri sayısı fazladır.



Görsel 1.2.17: İskelet kası organizasyonu

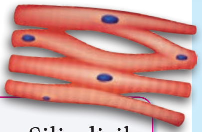
Kaslar; düz kas, kalp kası ve iskelet kası olmak üzere üç çeşittir (Görsel 1.2.18).

Düz kas



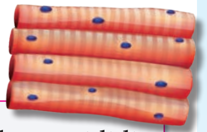
İç organların yapısında bulunan düz kaslar, mekik şeklindeki hücrelerden oluşmuştur. Bu hücreler, tek çekirdekli olup aktin ve miyozin filamentler, hücre boyunca düzenli olarak sıralanmadığından düz kaslarda bantlaşma görülmez. Bu nedenle bu hücrelerden oluşan kaslar, düz kas olarak adlandırılır. Düz kaslar, yavaş kasılıp yavaş gevşer. Düz kasların kasılıp gevşemesi, otonom sinir sistemi tarafından düzenlenir ve bu kaslar istemsiz hareket eder. Düz kaslar sinirsel, hormonal ve fiziksel uyarılarla kasılır. Solunum, sindirim, dolaşım, üreme ve boşaltım sistemlerini oluşturan organların yapısında düz kaslar bulunur.

Kalp kası

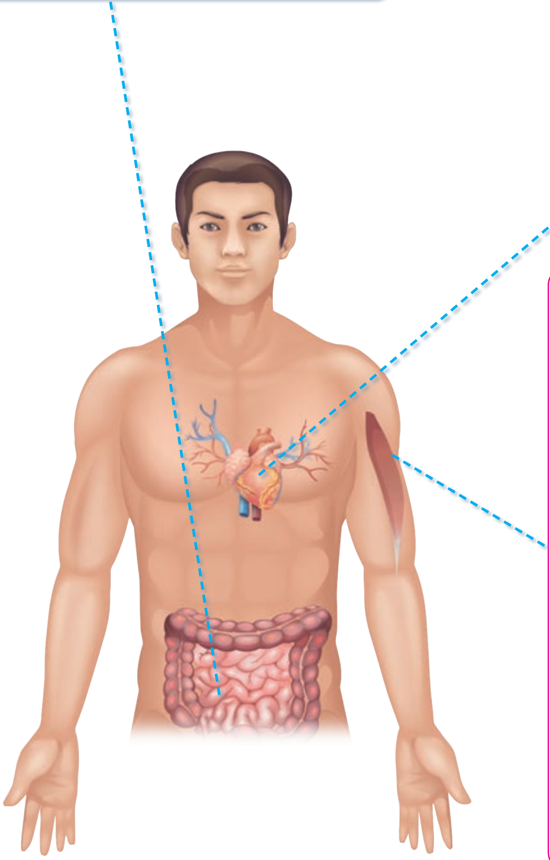


Kalbin yapısında yer alır. Silindirik hücreleri dallanma gösterir. Kalp kası hücreleri genellikle tek çekirdeklidir ve çok miktarda mitokondri içerir. Miyozin ve aktin filamentlerin düzenli diziliminden dolayı kalp kası hücreleri mikroskop altında çizgili görünür. Bu hücreler, çizgili olmaları nedeniyle iskelet kası hücrelerine benzer, hızlı kasılır. İstemsiz çalışmaları nedeniyle düz kas hücrelerine benzerlik gösterir. Çalışmaları otonom sinir sistemi tarafından düzenlenir. Kalp kası hücreleri otonom sinir sistemi tarafından impuls almadan da kasılıp gevşeyebilir.

İskelet kası



Vücutta en çok bulunan kas çeşididir. Bu kaslar, iskelete tutunur. İskelet kaslarının işlevleri, beyin kontrolünde gerçekleştiği için istemli olarak çalışır. İskelet kasları, kas boyunca uzanan kas liflerinden oluşur. Mikroskop altında çizgili görünür. İskelet kasına çizgili kas da denir. Her bir lif, uzun silindir şeklinde tek bir hücredir. İskelet kası hücreleri, çok sayıda çekirdek içerir. Çünkü bu hücrelerin her biri embriyonik dönemde çok sayıda hücrenin kaynaşmasıyla oluşmuştur. Bu hücreler, oksijen depolayabilen ve demir içeren miyoglobin pigmenti içerdiğinden kırmızı renkte görünür. İskelet kasları hızlı kasılır ve çabuk yorulur.



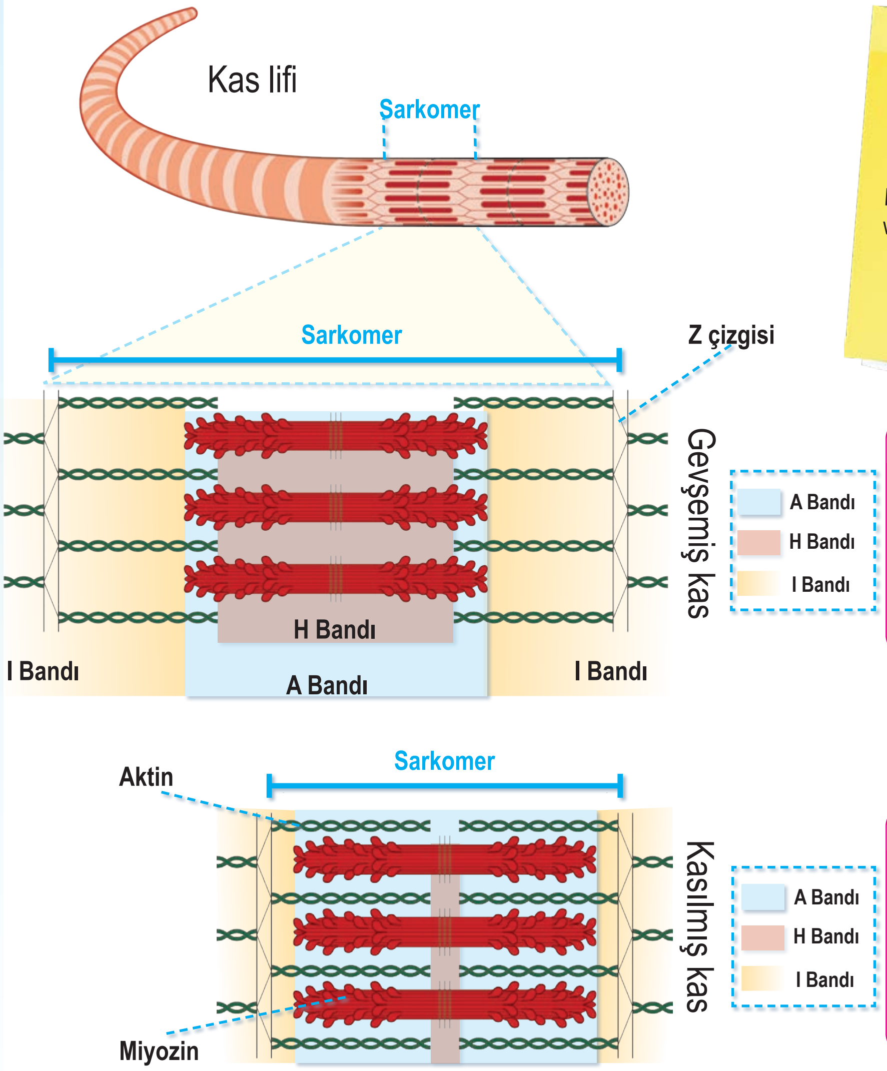
Görsel 1.2.18: Kas çeşitleri

Kas Kasılması

Kas lifi çok sayıda miyofibril içerir. Miyofibriller, aktin ve miyozin filamentlerinden oluşur. Bu filamentlerin düzenli dizilişlerinden dolayı mikroskopta bakıldığında iskelet kası hücrelerinde art arda tekrarlanan açık ve koyu bantlar görülür. Tekrarlanan bu bantlarda aktin ve miyozin filamentler, belirli bir düzen içinde konumlanarak kasın **sarkomer** adı verilen kasılma birimlerini oluşturur. Sarkomer, iki Z çizgisi arasında kalan kısımdır. İnce olan aktin filamentler Z çizgisinde birbirine bağlanıp sarkomerin merkezine doğru uzanır. Kalın olan miyozin filamentler ise sarkomerin merkezinde birbirine tutunur. Sarkomerdeki bantlaşma incelendiğinde sadece aktin filamentlerden oluşan bölgeye **I bandı**, aktin ve miyozin filamentlerin birlikte yer aldığı bölgeye **A bandı** adı verilir. A bandının ortasında sadece miyozin proteinlerinden oluşan, açık renk olarak görünen bölgeye **H bandı** adı verilir (Görsel 1.2.19).

Önemli !

Düz kasta sarkomer bulunmaz.



Önemli !

Kasın boyu, kasılma sırasında kısalırken kalınlığı artar fakat hacmi ve kütlesi değişmez.

Gevşeme sırasında

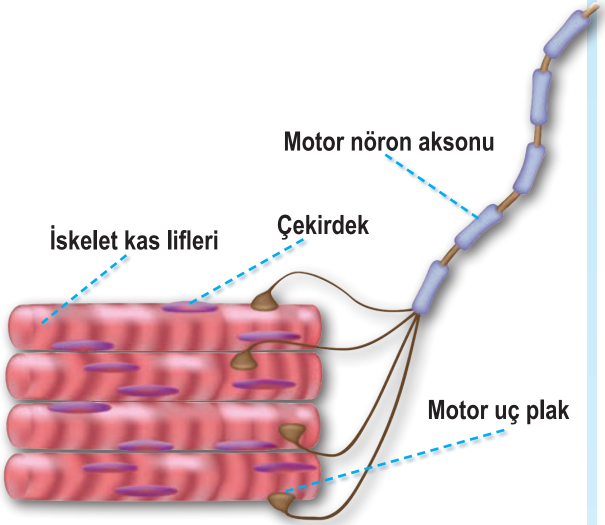
A bandının boyu değişmez.
I bandı genişler.
H bandı yeniden görülür hâle gelir.
Z çizgileri birbirinden uzaklaşır.
Sarkomerin boyu uzar.

Kasılma sırasında

A bandı boyu değişmez.
I bandı daralır.
H bölgesi daralarak kaybolabilir.
Z çizgileri birbirine yaklaşır.
Sarkomerin boyu kısalır.

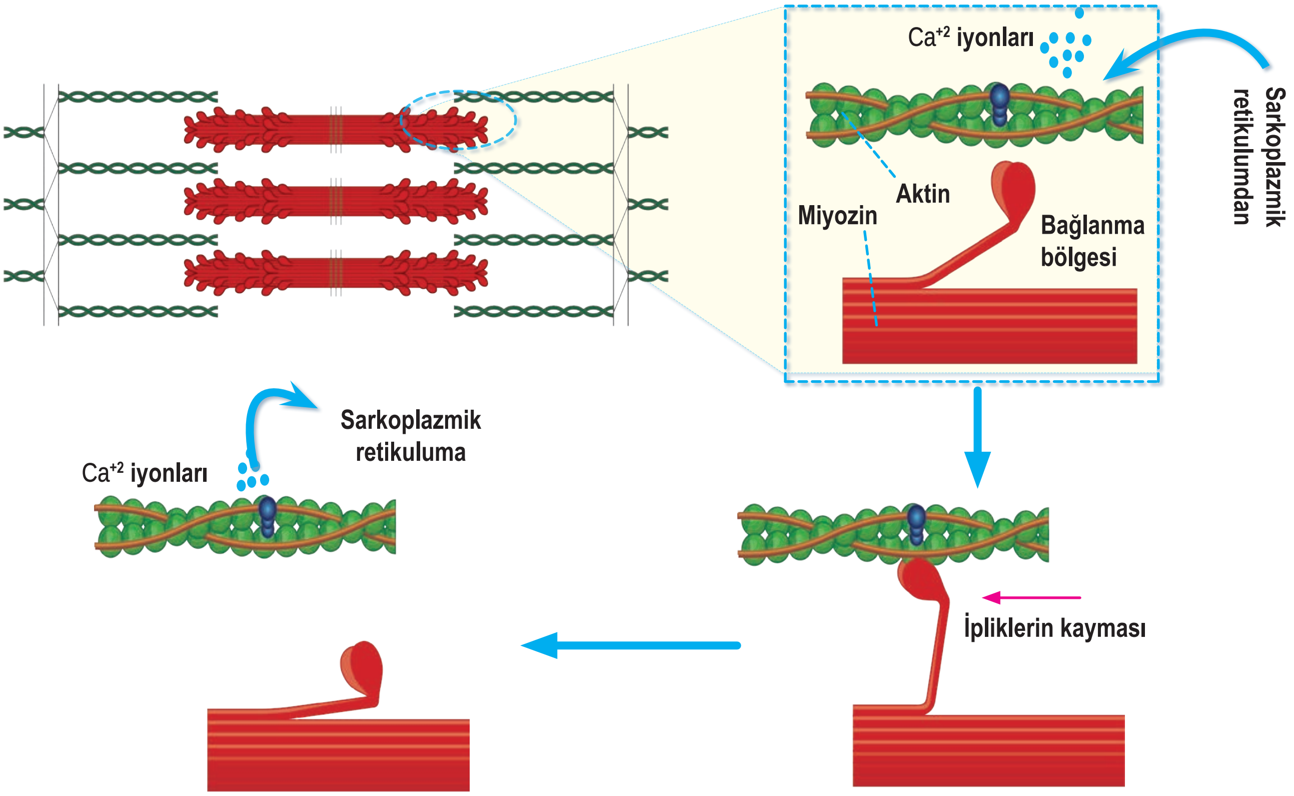
Görsel 1.2.19: Kasın kasılma ve gevşemesi

Çizgili kaslar, somatik sinir sistemine ait miyelinli nöronlar tarafından uyarılır. Motor sinirler motor liflerini oluşturur ve motor lifler de kasların uyarılmasını sağlar. Motor sinir hücresiyle kas hücresi arasındaki bağlantı bölgesi **motor uç plak** (Görsel 1.2.20) olarak adlandırılır. Nöronla taşınan impuls, motor uç plağa gelince nörondan nörotransmitter salgılanmasını sağlar. Nörotransmitterler sarkolemma üzerindeki Na^+ kanallarının açılmasına ve hücreye çok miktarda Na^+ iyonunun girmesine neden olur. Böylece kas hücresi uyarılır ve impuls sarkolemma boyunca yayılır. Bu impuls, sarkoplazmik retikuluma ulaşınca sarkoplazmik retikulumda depolanan Ca^{+2} iyonları sitoplazmaya salınır. Böylece sitoplazmada Ca^{+2} iyonları derişimi yükselir. Salınan Ca^{+2} iyonları, sarkomerde aktin üzerinde konumlanmış olan proteini kaydırarak miyozinin aktine bağlanacağı kısmın açığa çıkmasını sağlar. Aktin filamentler miyozin flamentler üzerinde kayar, kas lifi kasılır.


Motor nöron aksonu
İskelet kas lifleri
Çekirdek
Motor uç plak

Görsel 1.2.20: Motor uç plak

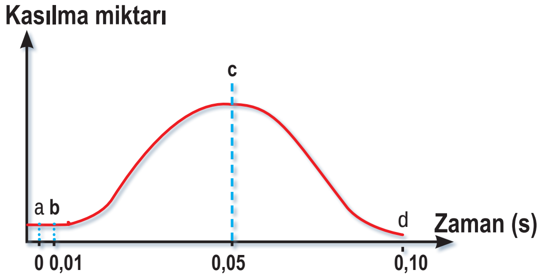
Kasılmış kasın gevşemesi, impuls iletimi kesildiği zaman gerçekleşir. Kasılma tamamlanınca Ca^{+2} iyonları sarkoplazmik retikuluma aktif taşımayla taşınır böylece gevşeme gerçekleşir. Sarkoplazmada kalsiyum derişimi düşünce aktin üzerindeki protein kompleksi aktifleşerek miyozinin aktine bağlanma bölgesinin kapanmasına neden olur ve kasılma durur. Miyozinin aktinden ayrılması için ATP'ye gereksinim duyulur. Kas hücresinin kasılması ve gevşemesi ATP sayesinde gerçekleşir. Kasta yeterli ATP olduğu sürece kasılıp gevşeme devam eder (Görsel 1.2.21).


Ca^{+2} iyonları
Sarkoplazmik retikulumdan
Aktin
Miyozin
Bağlanma bölgesi
Sarkoplazmik retikuluma
Ca^{+2} iyonları
İpliklerin kayması

Görsel 1.2.21: Kasılma fizyolojisi

Kasın kasılabilmesi için gerekli minimum uyarı şiddetine **eşik değer** denir. Eşik değerin altındaki uyarılar, kas lifinde uyarı oluşturmaz. Eşik değer ve eşik değerin üzerindeki uyarılar ise kas lifi tarafından aynı şiddette cevaplanır. Bu duruma **ya hep ya hiç kuralı** denir. Çizgili kasların dinlenme durumunda hafif kasılı ve gergin olma durumuna **kas tonusu** denir. Kas tonusu bilincin açık olduğu durumda mevcuttur. Kasın kasılma sonrası normal durumuna geri dönmesine **gevşeme evresi** denir.

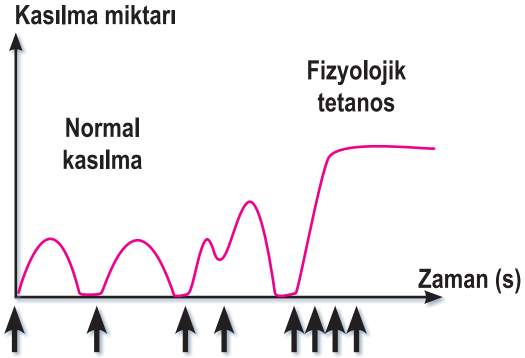
Uyarı alan kasın kasılması ve gevşemesi üç evrede gerçekleşir. Bunlar sırasıyla gizli evre, kasılma evresi ve gevşeme evresidir (Grafik 1.2.1).



a-b	Gizli evre →	Kasın uyarıldığı an ile kasılmanın başlaması arasındaki süredir.
b-c	Kasılma evresi →	Kasılmanın başladığı andan gevşemenin başladığı ana kadar geçen süredir.
c-d	Gevşeme evresi →	Kasın gevşeyerek tekrar eski hâline döndüğü süredir.

Grafik 1.2.1: Kasılma evreleri

Gevşeme anından itibaren kasın tekrar uyarılmasına kadar geçen sürede kas dinlenmektedir. Ancak kas lifi (hücresi), gevşemeye fırsat vermeden kasılması için art arda uyarılırsa kasılı durumda kalır. Bu duruma **fizyolojik tetanos** (kramp) denir (Grafik 1.2.2).



Grafik 1.2.2: Fizyolojik tetanos

Kas Enerjisinin Sağlanması

İskelet kası ve kalp kası hızlı kasılıp gevşer. Kasların kasılmasında da gevşemesinde de ATP'ye gereksinim duyulur. Bu kasların hücrelerinde mitokondri sayısı fazladır. Gerekli enerji öncelikli olarak kas hücrelerindeki ATP'den sağlanır. ATPaz enzimiyle ATP parçalanır ve enerji kullanılır.

$$\text{ATP + Su} \xrightarrow{\text{ATPaz}} \text{ADP + P}_i\text{ + enerji}$$

İskelet kası hücreleri, kasılmaya başladığında hücrede çok az miktarda bulunan ATP moleküllerini kullanır. ATP molekülleri çok kısa sürede tükenir. Kas hücreleri, ATP ihtiyacını kreatin fosfat üzerinden sağlar. Kas hücrelerinde mevcut ATP'den daha fazla kreatin fosfat (CP) bulunur. Enerji ihtiyacı olan kas hücreleri, kreatin fosfat molekülünü parçalar. Açığa çıkan fosfat ile ADP, ATP'ye dönüştürülür. Kaslar, bu şekilde kreatin fosfatı destek enerji kaynağı olarak kullanır ve yaklaşık 15 saniye kadar ATP ihtiyacı karşılanabilir.

$$\text{Kreatin fosfat + ADP} \longrightarrow \text{Kreatin + ATP}$$

Kas, gevşeyip dinlenmeye geçince reaksiyonun tersi gerçekleşir. Böylece kreatin fosfat yeniden sentezlenir ve depolanır.

$$\text{Kreatin} + \text{ATP} \xrightarrow{\hspace{3cm}} \text{Kreatin fosfat} + \text{ADP}$$

Kasta enerji ihtiyacının devam etmesi durumunda kas hücresinde depolanan glikojen molekülü parçalanır böylece glikoz fosfat molekülü açığa çıkar. Bu madde kana geçemez sadece kaslarda yakıt olarak kullanılır.

Glikoz fosfat, kas hücrelerinde ya oksijenli solunumda kullanılarak (öncelikli olarak) ya da laktik asit fermantasyonunda kullanılarak ATP elde edilir.

$$\text{Glikojen} \xrightarrow{\hspace{2cm}} \text{Glikoz fosfat} \xrightarrow{\text{Oksijenli solunum}} CO_2 + H_2O + \text{ATP}$$

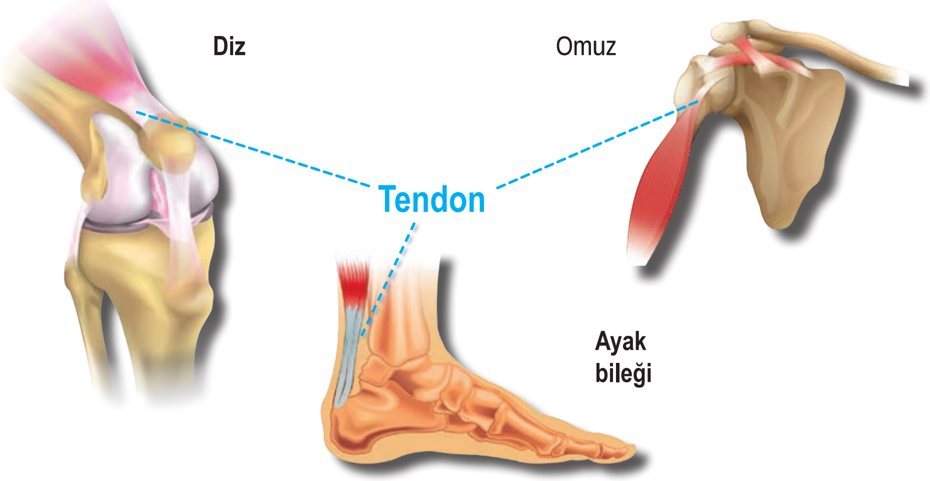
$$\text{Glikojen} \xrightarrow{\hspace{2cm}} \text{Glikoz fosfat} \xrightarrow{\text{Laktik asit fermantasyonu}} \text{Laktik asit} + \text{ATP}$$

Laktik asit fermantasyonu sonucunda açığa çıkan laktik asit yorgunluk hissi oluşturur. Laktik asidin küçük bir miktarı pirüvik aside çevrilir ve sonra bütün vücut sıvılarında oksijenli solunumda kullanılır. Kalan laktik asidin büyük kısmı karaciğerde olmak üzere glikoza çevrilir ve bu glikoz kasların glikojen depolarının yenilenmesinde kullanılır.

İskelet kaslarının kasılması sırasında ATP, kreatin fosfat, glikoz, oksijen, glikojen miktarı azalır; ADP, fosfat, kreatin, karbondioksit, su, laktik asit, ısı miktarı artar.

Tendonlar

Kaslar kemiklere tendonlarla bağlanır. Tendonlar kasları kemiklere bağlayan bağ doku liflerinden oluşmuş yapıdır (Görsel 1.2.22). Tendonlar kasılmaz. Fiziksel gerilmelere karşı dayanıklıdır.



Görsel 1.2.22: Tendonlar

BİLGİLENİYORUM

Bazı kaslar birbirine zıt çalışır. Bu kaslara **antagonist kaslar** denir. Antagonist kaslardan biri kasılırken diğeri gevşer. Böylece iki farklı yönde dengeli ve hızlı hareket sağlanır. Kolun üst kısmında yer alan pazu kasları antagonist kaslara örnektir.

ETKİNLİK 1

Etkinliğin Adı

Destek ve hareket sistemine genel bakış

Etkinliğin Amacı

Destek ve hareket sisteminin yapılarını belirlemek.

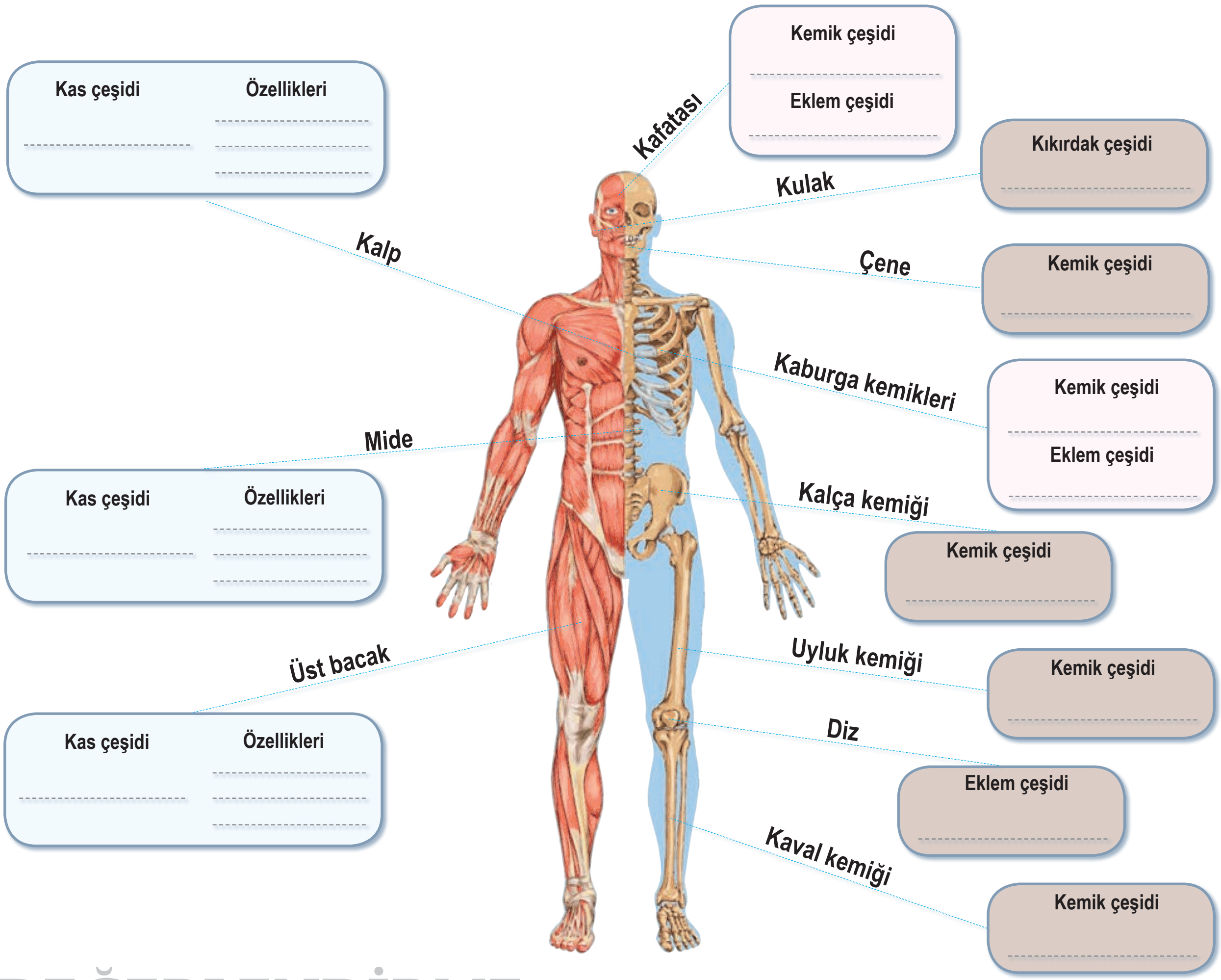
Kullanılan Araç Gereç

Kalem

UYGULAMA

Süre: 1 ders saati

Şekil üzerinde verilenlerden yola çıkarak destek ve hareket sisteminin yapısını ve görevlerini ayrılan kutucuklara yazınız.


Kemik çeşidi
Eklem çeşidi
Kafatası
Kas çeşidi
Özellikleri
Kıkırdak çeşidi
Kulak
Kalp
Kemik çeşidi
Çene
Kaburga kemikleri
Kemik çeşidi
Eklem çeşidi
Mide
Kas çeşidi
Özellikleri
Kalça kemiği
Kemik çeşidi
Üst bacak
Uyluk kemiği
Kemik çeşidi
Kas çeşidi
Özellikleri
Diz
Eklem çeşidi
Kaval kemiği
Kemik çeşidi

DEĞERLENDİRME

1. **Görselde işaretlenmemiş eklem çeşidi hangisidir?**
2. **Görselde işaretlenmemiş kıkırdak çeşidi hangisidir? Bu kıkırdak çeşidinin görevini yazınız.**

1.2.2. DESTEK VE HAREKET SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI

Ağır ve zorlayıcı fiziksel hareketler ve kazalar, kemiklerde ve eklemlerde birtakım bozulmalara sebep olabilir. Bu rahatsızlıklara kırık, çıkık, burkulma, menisküs ve eklem rahatsızlıkları örnek verilebilir.

Kırık

Çarpma, düşme, vurma gibi darbeler sonucu kemik bütünlüğünün bozulmasıdır. Kırılan kemiğin bulunduğu bölgede şişme, ağrı oluşur. Yaşlanma, kemik yoğunluğunun azalması gibi durumlar kemiklerin kırılganlığını artırır.

Çıkık

Oynar eklemlerin zorlanması sonucu kemiğin eklem yerinden ayrılmasıdır. Düşme ve kontrol dışı hareketler çıkığa sebep olabilir. Çıkık olan bölgede hareket yeteneği azalır. Şişme ve ağrı oluşur. Çıkık; bilek, diz, omuz, parmak gibi eklemlerde olabilir.

Burkulma

Burkulmalar eklem bağlarının aşırı gerilmesi, kısmen yırtılması ya da kopması sonucunda oluşur. Eklem bağı, kemikleri eklem adı verilen birleşim noktalarında birbirine bağlayan lifli bir dokudur. Burkulmanın genellikle bilek, omuz, diz ve parmaklarda gerçekleşmesinin nedeni de budur. Normal koşullarda, hareket edildiğinde bağlar uzar, esner ve daha sonra eski hâline döner. Ancak aşırı zorlanırlarsa burkulma olur. Burkulmalar, spor yaparken ya da dans ederken oluşabileceği gibi yürümek, merdiven çıkmak gibi bazı rutin hareketler sırasında da gerçekleşebilir. Böyle durumlarda burkulan bölgenin hareket ettirilmemesi, bandajla sarılması ve bölgeye soğuk uygulama yapılması uygundur. Burkulmaları önlemek için ise kas güçlendirici egzersizlerin yapılması ve spor sırasında ısınma ve esneme hareketlerine önem verilmesi gerekir.

Menisküs Yırtığı

Diz ekleminde kıkırdak dokudan oluşan yapıya **menisküs** denir. Menisküs yırtığı, kıkırdak dokunun zarar görmesinden ve yırtılmasından kaynaklanan bir rahatsızlıktır. Dizde ağrı oluşur. Yürüme, merdivenden çıkma gibi faaliyetler ağrıyı şiddetlendirir. Sporcularda ani hareket ve zorlanma nedeniyle daha sık gözlenir.

Eklem rahatsızlıkları

Yürüme, hareket etme ya da bir cismin kavranması eklemler sayesinde gerçekleşir. Eklemde oluşacak rahatsızlıklar, genetik ya da çevresel faktörlere bağlı gelişebilir. Bu durumda eklemin faaliyeti kısıtlanır. En sık rastlanılan eklem rahatsızlıkları, romatizmal eklem hastalığı ve eklem iltihabıdır. Genellikle eklem bölgesindeki kıkırdak yapının zedelenmesi ya da eklem bölgesindeki sıvı kaybı sonucu eklemin görevini yerine getirememesiyle oluşan rahatsızlıklara eklem rahatsızlığı denir.

Eklemlerde ileri derecede hasar oluşursa protez adı verilen yapay bir eklemle sorun düzeltilebilir.

ARAŞTIRIYORUM

Kırık, çıkık, burkulma, menisküs ve eklem rahatsızlıklarını Genel Ağ'dan, bilimsel dergilerden, kitaplardan ve üniversitelere ait yayınlardan araştırınız. Araştırmanızı sınıfta sunum, poster, video gibi yöntemlerden birini kullanarak paylaşınız.

1.2.3. DESTEK VE HAREKET SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Destek ve hareket sisteminin sağlıklı yapısının korunması için spor yapmak ve sağlıklı beslenmek oldukça önemlidir. Dengeli ve sağlıklı beslenmeye özen gösterilmesi, düzenli spor yapılması ve güneş ışınlarından yeteri kadar faydalanılması sağlıklı yapının korunması için gereklidir.

Kemiklerin gelişmesi ve sertleşmesi için kalsiyum, fosfor, potasyum gibi minerallerin kemikte birikmesi gerekir. Bu nedenle bu mineraller açısından zengin olan süt, yoğurt, peynir, balık, yumurta, baklagiller gibi besinler düzenli ve dengeli şekilde tüketilmelidir.

Kemiklerin oluşumu ve gelişimi aşamasında A, C ve D vitaminlerinin etkisi vardır. Kemik ve kasların sağlıklı gelişimi için A vitamini, kemiğe esneklik kazandıran liflerin sentezi için C vitamini, bağırsaktan kalsiyum emilimi için D vitamini gereklidir.

Düzenli spor yapmak kas sisteminin sağlıklı yapısının korunmasına, iskelet ve kas sistemi gelişimine yardımcı olur. Kemik dokunun kalınlaşması ve kuvvetlenmesi düzenli yapılan sporla gerçekleşir. Düzenli spor yapıldığında yapılan sporun çeşidine bağlı olarak kas hücrelerinin miyofibril miktarında artış görülür. Spor yapan bireyler, kilo kontrolünü de sağladıkları için sporun eklem sağlığına da yararı olur.

Özellikle büyüme ve gelişme döneminde spor yapmak önemlidir. Basketbol, voleybol, futbol, tenis, yüzme gibi sporların büyümeye ve gelişmeye katkısı vardır. Spor yaparken destek ve hareket sistemimizi olumsuz yönde etkileyecek zorlayıcı hareketlerden kaçınmak gerekir.

Güneş ışınlarından yeteri kadar faydalanılması kemiklerin sağlıklı gelişimi açısından oldukça önemlidir. Güneş ışınları D vitamini öncülünün aktif hâle gelmesini sağlar. D vitamini eksikliği, çocuklarda raşitizm adı verilen hastalığa neden olur.

OKU DEĞERLENDİR

Fatma Hanım 65 yaşındadır. Aşırı kiloludur ve karbonhidrat ağırlıklı besinler tüketmektedir. Yürüyüş yapmaktan ve hareketli yaşamdan hoşlanmamaktadır. Sağlık kontrolleri sırasında tiroit bezinin az çalıştığı ve eklemlerinde kireçlenme olduğu belirlenmiştir. Fatma Hanım'ın annesinin de eklemlerinde kireçlenme olduğu bilinmektedir.

Ayşe Hanım 65 yaşındadır. Sağlıklı ve düzenli beslenir. Günlük belirli süre yürüyüş yapar. Kilosu normaldir ve hormon salgıları düzenlidir.

Yukarıda verilenlere göre aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

a) Fatma Hanım'da kireçlenme rahatsızlığının ortaya çıkmasının temel nedenleri nelerdir?

b) Ayşe Hanım ve Fatma Hanım aynı yaşta olmalarına rağmen Ayşe Hanım'ın daha sağlıklı olmasını belirleyen etmenler neler olabilir?

c) Eklemlerdeki kireçlenmenin genetik yatkınlıkla ilgisi var mıdır?

ç) İlerleyen yaşlarda kireçlenme rahatsızlığının görülmemesi için neler yapılabilir?

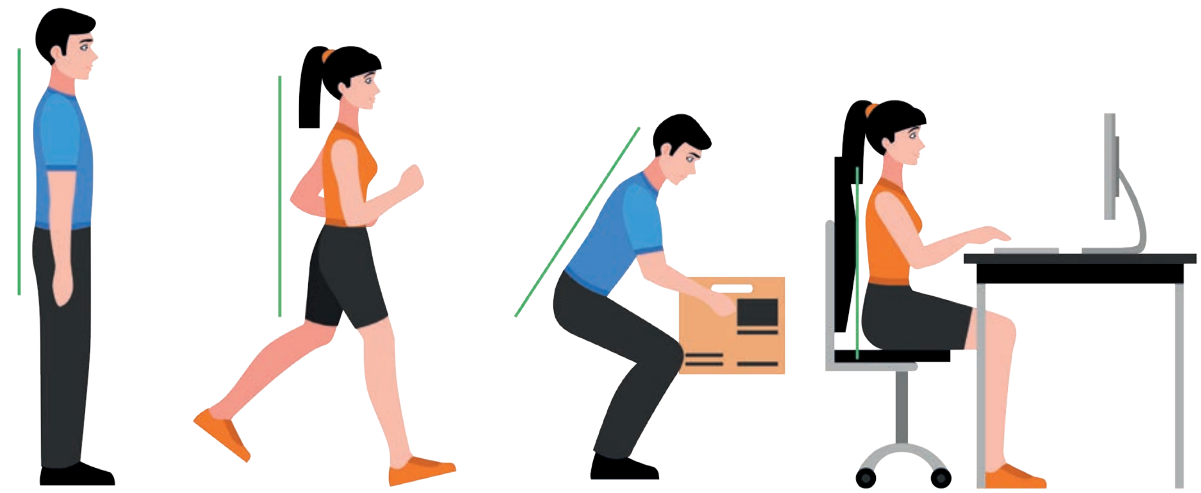
TARTIŞIYORUM

Destek ve hareket sisteminin sağlıklı yapısını korumak için spor yapmanın ve beslenmenin önemini tartışınız.

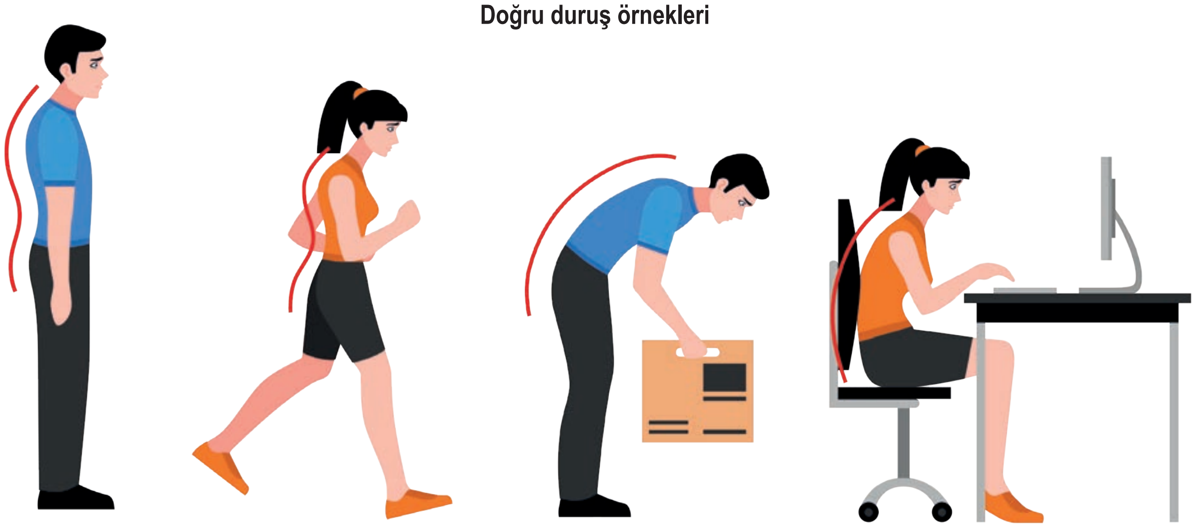
Omurganın sağlıklı olması destek ve hareket sistemi için önemlidir. Omurgayla ilgili birçok sağlık sorununun nedeni ergonomiye uygun olmayan eşya kullanımı ve duruş bozukluğudur. Özellikle duruş bozukluğu günlük hayatta fiziksel ve ruhsal durumu olumsuz yönde etkileyen önemli bir etkendir. Uygun duruşa sadece çalışırken değil ayakta dururken, yük taşırken, otururken ve yatarken de dikkat edilmelidir (Görsel 1.2.23).

Uygun duruşla kemik ve eklemler zorlanmadan kasların çalışması sağlanır, omurga korunur. Omurları bir arada tutan eklemlerin, bağların ve disklerin üzerine binen yükün azalması sağlanır. Uzun süre ayakta ve sabit durmak gerekiyorsa ayakları ara sıra hareket ettirmek, oturup dinlenmek omurgayı aşırı yükten kurtarır.

İnsan vücudu anatomik olarak yürümeye ve ayakta durmaya daha uygundur. Ancak günümüzde birçok iş uzun süre oturarak çalışmayı gerektirmektedir. Bu durumda her 30 dakikada bir kalkıp dolaşılmalı ve kaslar gerdirilmelidir. Kasları güçlendirmek ve kondisyonu yüksek tutmak için düzenli olarak yürüyüş yapmak, koşmak, bisiklete binmek, yüzmek yararlı olacaktır.



Doğru duruş örnekleri



Yanlış duruş örnekleri

Görsel 1.2.23: Uygun ve yanlış duruş örnekleri

OKUMA PARÇASI

KEMİK VE KIKIRDAK İÇİN BİYOMALZEMELER

Doku mühendisliği çeşitli destekleyici malzemeler, fiziksel, kimyasal etmenler ve hücreler kullanarak, hasar görmüş ya da kaybedilmiş dokuların kendi kendini yenilemesini sağlamayı amaçlayan teknolojiler üreten mühendislik alanıdır. Kemik doku üzerinde doku mühendisliği diğer dokulardakine göre daha kolaydır. Hem ülkemizde hem de yurtdışında kemik doku yenilenmesine yönelik çeşitli ürünler vardır. Ancak iskelet sistemindeki bir başka doku olan kıkırdak doku için durum bu kadar basit değildir. Kıkırdak dokuda damarlaşma olmadığından kapsamlı iyileşmenin pek mümkün olmaması ve eklem bölgelerinde doğru esnekliği yakalamadaki zorluk, bu alanda çalışan doku mühendislerinin karşılaştığı güçlüklerin başında gelir. Uzmanlar kemik doku yenilenmesine yönelik yeni ürünler geliştirmeye devam etmektedir. Bir yandan da patent başvurusu yapılmış bir kıkırdak onarım malzemesi için Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Mahmut Nedim Doral'la birlikte TÜBİTAK destekli bir projede hayvanlar üzerinde çalışmalar sürmektedir. Patent süreci tamamlandığında bu ürün dünyada kıkırdak doku yenilenmesine yönelik ticari olarak üretilen önemli ürünlerden biri olacaktır.

Hastaların vücutlarına ameliyatla yerleştirildikleri, daha sonra da vücutta bozundukları için bu tür biyomalzemelerin en yüksek kalite standartlarına uyması gerekir. Malzemelerin üretiminde çeşitli kimya mühendisliği süreçlerinin yanı sıra gıda sektöründe de sıkça kullanılan dondurarak kurutma gibi yöntemler kullanılır. Elde edilen ürünler yapılarına göre gamma ışınları, ısı ya da buhar yoluyla sterilize edilir. Dr. Aydın ve ekibi tüm bu uygulamalarda yüksek standartları yakalayarak tüm Avrupa'da geçerli CE kalite standardı belgesine sahip ürünler üretmeyi başarmıştır.

Dr. Aydın ve ekibi tarafından üretilen malzemeler başta omurga sakatlanmaları, omurga eğriliği ve fıtık gibi omurga ameliyatları olmak üzere, diş, çene ve kafatası cerrahisi gibi birçok alanda farklı şekillerde kullanılabiliyor. Bu tür malzemelerle yapılan bir başka uygulama ise özellikle el ve ayak kemiklerinde görülebilen kist gibi oluşumlarda, kazınan bölgenin yerine macun kıvamında bir ürünün şekillendirilerek yerleştirilmesidir. Bu tip ameliyatlarda hastanın kendi leğen kemiğinden alınan parçalar da kullanılabilir. Ancak bu bölgeden alınabilecek parçanın belli bir büyüklüğü geçmemesi gerekir, yoksa oluşan kemik doku kaybından dolayı hastanın beli kemer bile tutamayacak hale gelebilir. Diş gibi küçük bölgelerde sorun yaşanmamaktadır ama daha büyük parçalar gerektiren durumlarda macun kıvamında uygulanabilen yapay malzemeler cerrahların çok işine yaramaktadır.

Kemik doku mühendisliğindeki kullanılan bir malzeme çeşidinin ABD'deki bir örneğinde, kemik doku üretimini tetiklemek için BMP (Kemik Morfojenik Proteini) isimli bir büyüme faktörü kullanılmış, fakat bu proteinin birtakım yan etkilere neden olabildiği gözlemlenmiştir. Benzer şekilde her ne kadar hücre, büyüme faktörü ve protein tabanlı bazı tedaviler umut vaat etse de şu anda karşılarında hukuksal düzenlemelerle ilgili önemli sorunlar vardır. Yakın gelecekte, İleri Terapötik Tıbbi Ürünler (ATMP) olarak adlandırılan bu tür ürünlerle ilgili düzenlemeler oluşturulup üretimlerine izin verilmesinin yolunun açılacağı düşünülmektedir.

Kemik doku nakli gerektiren cerrahilerde üç çeşit doku kullanılabilir. Bunlar; hastanın kendisinden alınan doku, başka bir bireyden alınan doku veya hayvan kaynaklı dokudur. Başka bireylerden alınan veya hayvan kaynaklı dokuların hayli çok hastalık taramasından geçmesi gerekir. Örneğin Türkiye'deki ve Avrupa'daki sığırlardan alınan dokuların prion denilen ve deli danaya neden olan protein birikimlerini taşıma riski olduğu için ancak Yeni Zelanda gibi ülkelerden, belli sertifikalara sahip yetiştiricilerden alınan hayvansal dokular ve proteinler güvenilir olmaktadır.

Dr. Aydın, doku mühendisliği alanında Türkiye'de çok değerli bilim insanları ve önemli bir bilgi birikimi olduğuna, Avrupa'nın çok gerisinde olmadığımıza ve birçok biyomalzemenin Türkiye'de üretilebileceğine dikkat çekmekte ve kendilerinin de geliştirecekleri kıkırdak ürünü ile dünya çapında bir patent almayı hedeflediklerini belirtmektedir. Milli kaynaklarımızla ürettiğimiz bu yeni ürünler ülkemizin savunmasında görev alan değerli gazilerimizin tedavilerinde de kullanılabilecektir.

(Düzenlenmiştir.)

Bilim ve Teknik Dergisi, Ağustos 2013

2. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü ya da sözcükleri yazınız.

1. Kasın gevşemesi sırasında aşağıda verilen unsurlardaki değişimlerin hangi yönde gerçekleştiğini yazınız.

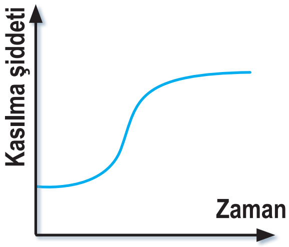
Kasın hacmi ....

Kasın boyu ....

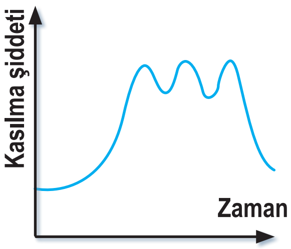
Kas hücresinde bulunan ATP miktarı ....

Kas hücresi sitoplazmasındaki kalsiyum miktarı ....

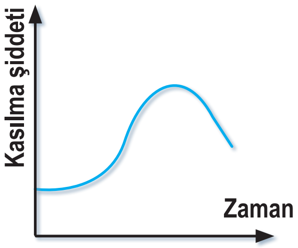
2. Üç özdeş kasa uygulanan uyarılara bağlı olarak kasların zamana bağlı kasılma şiddetleri grafiklerde gösterilmiştir. **Buna göre kaslara uygulanan uyarı sıklığını küçükten büyüğe doğru sıralayınız.**



I



II



III

....

B) Aşağıdaki açık uçlu soruların yanıtını boş bırakılan alana yazınız.

3. Aşağıda verilen moleküllerin hücrelerin miktarındaki değişimin kasın kasılması sırasında hangi yönde gerçekleştiğini işaretleyerek nedenini açıklayınız.

Glikoz
Artar ☐
Azalır ☐ ....

Kreatin
Artar ☐
Azalır ☐ ....

Oksijen
Artar ☐
Azalır ☐ ....

Glikojen
Artar ☐
Azalır ☐ ....

Kreatin fosfat
Artar ☐
Azalır ☐ ....

2. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

C) Aşağıda numaralarıyla verilen ifadeleri, harfle verilen ifadelerle eşleştiriniz. Eşleşmeyen terimin açıklamasını aşağıdaki boşluğa yazınız.

4.

I Oynar eklem
II Yarı oynar eklem
III Oynamaz eklem

A Omurlar arası eklem
B Parmak eklemi
C Kafatası eklemi
Ç Dirsek eklemi
D Diz eklemi

5.

I Aktin
II Kas tonusu
III Fizyolojik Tetanos
IV Sarkomer
V H bandı

A İki Z çizgisi arasında kalan yapı
B Çizgili kasın dinlenme durumunda bile hafif kasılı durumda olması
C Kasa impulsun art arda ve sürekli verilmesi sonucu kasın kasılı kalması
Ç Sadece miyozin proteinlerin oluşturduğu bant

....

Ç) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. Periostla ilgili olarak

I. Kemiklerin enine büyümesini sağlar.
II. Bol miktarda kan damarı bulundurur.
III. Bütün kemik çeşitlerinde bulunur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

7. Çizgili kasın kasılmasıyla gevşemesi arasında gerçekleşen olaylar sıralandığında aşağıda verilenden hangisi en son gerçekleşir?

A) H bandının görünmez hâle gelmesi

B) Kas hücresi sarkoplazmik retikulumunda depo edilen kalsiyumun sitoplazmaya geçişi

C) Aktin ve miyozin filamentlerin birbiri üzerinde kayması

D) Miyozinin aktine bağlanacağı kısmın açığa çıkması

E) Kalsiyum iyonlarının aktif taşıma ile sarkoplazmik retikuluma dönmesi

8. Kemiğin eklem yerinden ayrılması sonucu oluşan rahatsızlık aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kırık
B) Romatizma
C) Menisküs yırtığı
D) Çıkık
E) Burkulma

9. Aşağıdakilerden hangisi iskelet sisteminin görevlerinden biri değildir?

A) Kan hücresi üretmek
B) İç organları korumak
C) Mineral depolamak
D) Kaslara bağlanma yüzeyi oluşturmak
E) Vücut sıcaklığını düzenlemek

10. Kemiklerin sağlıklı gelişiminde aşağıdakilerden hangisinin direkt etkisi yoktur?

A) D vitamini
B) Güneş ışığı
C) Kalsiyum
D) Kalsitonin
E) Sodyum

11. Aşağıdaki kemik çeşitlerinden hangisi yassı kemiğe örnek değildir?

A) Ön kol kemiği
B) Kafatası kemiği
C) Göğüs kemiği
D) Kaburga kemiği
E) Kürek kemiği

12. Çizgili kas ile düz kas hücrelerinde

I. Kasılma sırasında ATP tüketme
II. Miyofibril bulundurma
III. Çok miktarda miyoglobin bulundurma

özelliklerinden hangileri ortak değildir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

13. Kolda bulunan kasın kasılması sırasında oluşabilen

I. Karbondioksit
II. Kreatin
III. ADP

moleküllerinden hangileri mideyi oluşturan kasların kasılması sırasında da oluşabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

3. BÖLÜM

SİNDİRİM SİSTEMİ

ANAHTAR KAVRAMLAR

- Emilim
- Sindirim

İÇERİK

- 1.3.1. SİNDİRİM SİSTEMİNİN YAPISI, GÖREVİ VE İŞLEYİŞİ
- 1.3.2. SİNDİRİM SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI
- 1.3.3. SİNDİRİM SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

YAŞAMAK İÇİN VAZGEÇİLMEZ KOŞUL BESLENME

Hayatta kalabilmek için beslenme, daha da doğrusu "doğru beslenme" önemlidir. Doğru beslenme de, günlük öğünlerimizde besin gruplarını dengeli bir biçimde yemeklerimize katmamızla mümkündür. Ne yazık ki farklı besin gruplarıyla yapılan tek taraflı, yanlış beslenme özellikle erişkinliğe geçiş dönemindeki gençlerin sorunlarının başında geliyor. Uzmanlar, bu yaş grubu gençlerin sağlıklı beslenme önerilerine uymadıkları, kötü beslendikleri, öğün atladıkları, bu bakımdan kronik hastalıklar için risk grubu oluşturduklarını belirtiyorlar. Elbette insanlar verdiğimiz örnekteki gibi, yalnızca "damak tadımıza" göre yemek seçiyoruz gerekçesiyle kötü, yani yetersiz ya da fazla, öğün atlayarak, sözün kısası dengesiz beslenirler.

Yoksulluk, estetik kaygılar, zaman bulamama, besin tercihi gibi nedenlerle kötü beslenme yaşamlarına giriyor. Sonuçta da, bedenlerine ve beyinlerine oldukça zarar verecek tehlikeli durumlarla karşı karşıya kalıyorlar. Örneğin, yetersiz beslenmenin beraberinde getirdiği kalori, mineral, protein ve vitamin eksikliği vücutta enfeksiyonlara yol açıyor. Aşırı beslenmeyse obezite denilen aşırı kiloyu da beraberinde getiriyor ki bu durum da kişinin kalp ve damar sistemi, solunum sistemi, hormonal sistem, sindirim sistemi gibi yaşamsal değerlerini etkileyen önemli rahatsızlıklara zemin hazırlayarak pek çok sağlık sorunu yaşamasına yol açıyor.

Kötü, yanlış, dengesiz beslenmeyi yaşamımızdan çıkarma konusunda alacağımız ilk önlem, bilgi sahibi olup, beslenmemizi buna göre biçimlendirmemizdir.

(Düzenlenmiştir.)

Bilim ve Teknik Dergisi, Şubat 2007

HAZIRLAN YORUM

1. İnsanlar beslenmeye niçin ihtiyaç duyarlar?
2. Yetersiz beslenmenin sağlık açısından zararları nelerdir?
3. Aşırı beslenme hangi sağlık sorunlarına yol açar?

1.3.1. SİNDİRİM SİSTEMİNİN YAPISI, GÖREVİ VE İŞLEYİŞİ

Sindirim sistemine alınan besinlerin kullanılabilmesi için besinlerin hücreye geçebilecek büyüklükte olması gerekir. Bu nedenle besinlerin yapı taşlarına kadar parçalanması gerekir. Besinlerin sindirim kanalında fiziksel ve kimyasal olarak parçalanma işlemine **sindirim** denir. Kimyasal sindirimde enzimler görev alır.

Sindirim sisteminde besinlerin işlenmesi yeme, sindirim, emilim ve artıkların uzaklaştırılması olmak üzere dört aşamada gerçekleşir.

Yeme → Sindirim → Emilim → Artıkların uzaklaştırılması

Yiyeceklerin yenilmesi sindirimin başlangıç aşamasıdır. Besinler, daha sonra fiziksel ve kimyasal olarak parçalanarak hücreler tarafından alınabilecek yapılara dönüştürülür. Bu moleküller difüzyon ve aktif taşımayla emilerek vücut hücreleri tarafından alınır. Özümlenerek hücrelerin yapısına katıldıkları gibi enerji ve ısı vermek üzere okside olabilir ya da depolanabilir. Hücrede katabolik reaksiyonlar sonucu oluşan atıklar dışarı atılır. Sindirilemeyen ya da emilemeyen maddeler de dışkılamayla atılır.

Dışarıdan alınan besin maddeleri esas olarak protein, karbonhidrat ve yağ gibi organik molekülleri içerir. Vücuda alınan besinler sindirilip emildikten sonra canlının kendi özgün molekülleri hâline dönüştürülür. Örneğin besinlerle dışarıdan alınan protein, hücre tarafından doğrudan kullanılamaz. Alınan protein molekülleri sindirim sisteminde amino asitlere kadar parçalanır. Amino asitler hücreler tarafından alınır. Bu amino asitler, hücrelerde canlının DNA şifresine göre uygun proteinlerin sentezi için kullanılır.

Sindirim, mekanik sindirim ve kimyasal sindirim olmak üzere iki şekilde gerçekleşir. Besinlerin öğütülmesi ya da fiziksel güçle daha küçük parçalara ayrılmasına **mekanik sindirim** denir. Mekanik sindirim sayesinde besinlerin yüzey alanı artırılır ancak mekanik sindirimde enzim kullanılmaz. Mekanik sindirim sonucu oluşan parçalar hücre zarından geçemez.

Büyük moleküllü besin maddelerinin su kullanılarak enzimlerle kimyasal bağlarının koparılıp yapı taşlarına ayrılmasına **kimyasal sindirim** denilir. Kimyasal sindirimin amacı, besinleri hücre zarından geçebilecek yapı taşlarına kadar parçalamaktır.

Vücuda alınan besin maddelerinin sindirimi, sindirim kanalında gerçekleşir. İnsanlarda sindirim hücre dışı sindirimle gerçekleşmektedir. Besinlerin salgılanan enzimlerle hücrenin dışındaki bir boşlukta yapı taşlarına kadar parçalanmasına **hücre dışı sindirim** denir.

Fagositoz ve pinositozla alınan besinlerin besin kofulu oluşturulduktan sonra hücre içinde lizozom enzimleriyle yapı taşlarına parçalanmasına **hücre içi sindirim** denir.

Önemli !

İnsanlarda akyuvar hücresinde görülen hücre içi sindirim yalnızca savunma amaçlıdır.

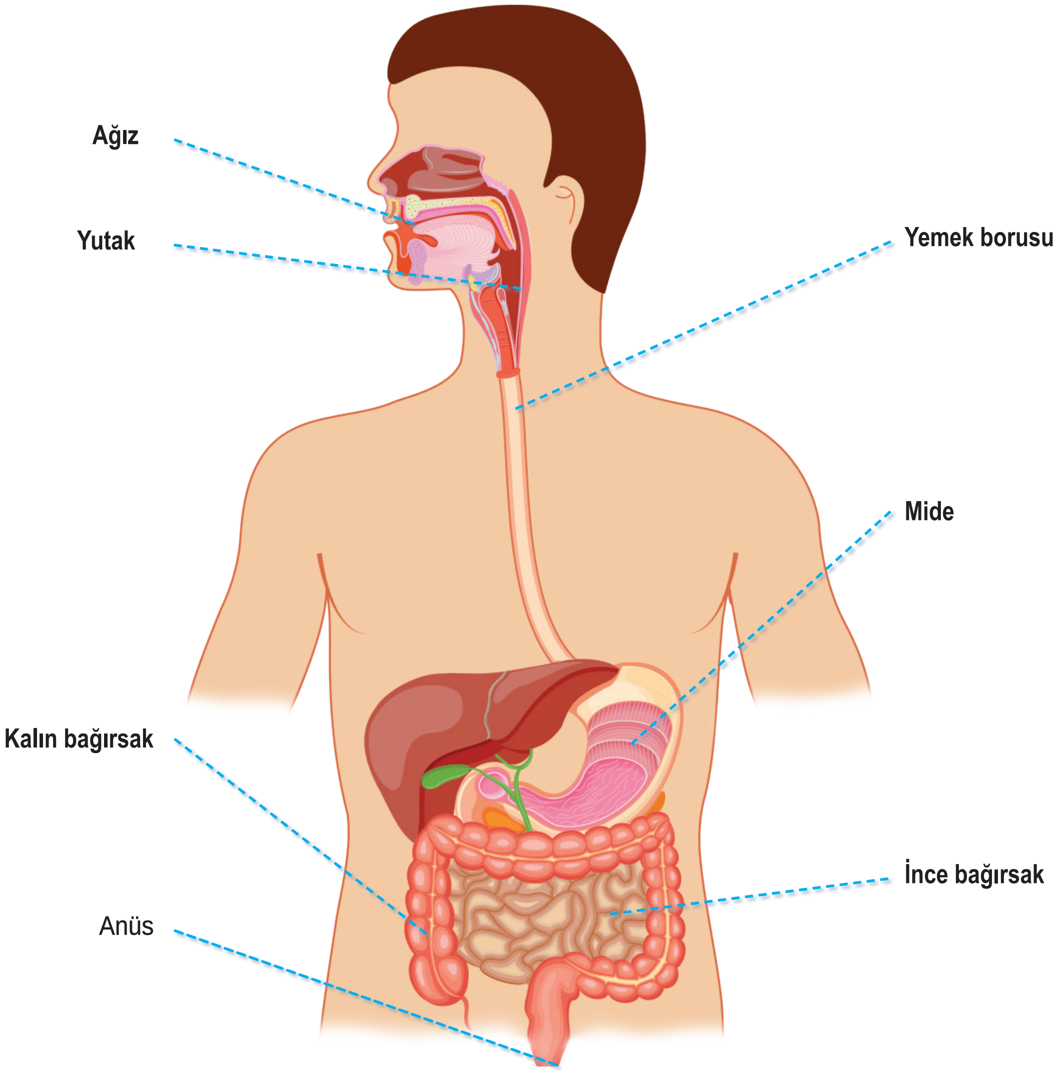
BİLGİLENİYORUM

Sindirim enzimleri hidrolitik enzimlerdir. Bu enzimler hidroliz esnasında su kullanarak besin moleküllerinin kimyasal bağlarını yıkar.

Sindirim sistemi, sindirim kanalı ve bu kanalla bağlantılı olan sindirime yardımcı yapılardan oluşur. Tükürük bezleri, karaciğer ve pankreas gibi organlar salgıladığı maddelerle besinlerin sindirimini sağlar. Safra kesesi, karaciğerde sentezlenen ve yağların fiziksel sindiriminde önemli olan safrayı depolar.

Sindirim Kanalını Oluşturan Yapılar

Sindirim kanalı ağız, yutak, yemek borusu, mide, ince bağırsak, kalın bağırsak ve anüsten oluşur (Görsel 1.3.1). Sindirim ağızda, midede ve ince bağırsakta gerçekleşir.



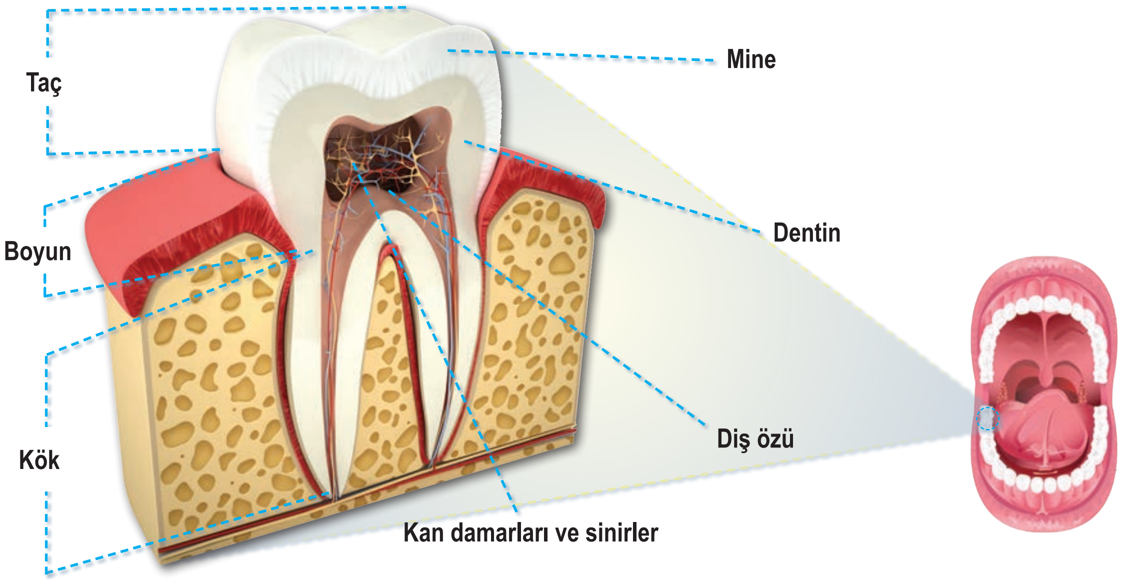
Görsel 1.3.1: Sindirim kanalını oluşturan yapılar

Besinler, sindirim kanalı boyunca kanal duvarında bulunan düz kasların birbirini takip eden kasılıp gevşemeleriyle ilerler. Bu harekete **peristaltik hareket** denir.

Ağız: Besinlerin sindirim sistemine alındığı ilk bölümdür. Besinler burada hem mekanik hem de kimyasal sindirime uğratılır. Ağız boşluğunun iç yüzeyi **mukoza** adı verilen çok katlı epitelle kaplıdır. Ağızda sindirimle ilgili olarak tükürük bezleri, dişler ve dil bulunur. Dil; besinlerin tadının alınmasında, besinlerin ağız içinde hareket ettirilmesinde, lokmanın oluşturulmasında ve yutulmasında işlev görür.

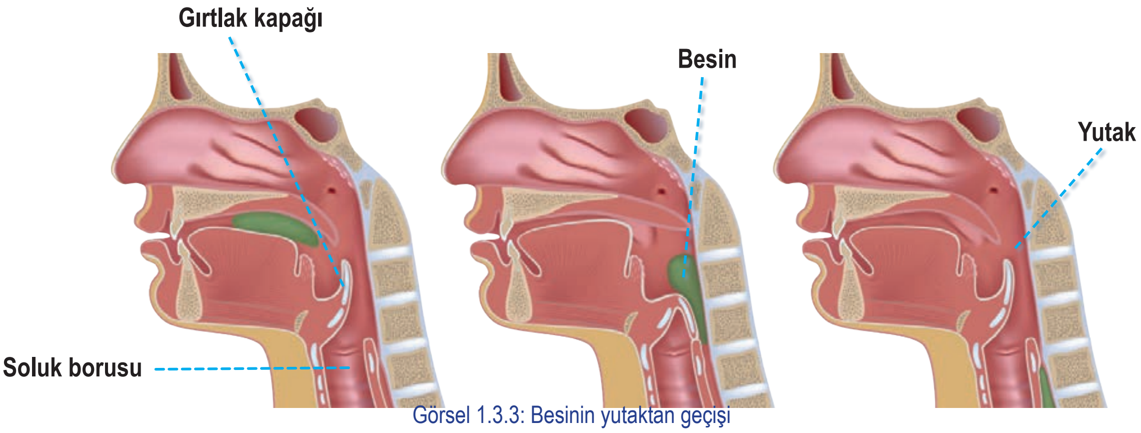
Ağız boşluğuna alınan besinler; kesici, parçalayıcı, öğütücü dişler sayesinde küçük parçalara bölünür. Böylece parçalara bölünmüş besinlerin toplam yüzey alanı fiziksel olarak artırılmış olur.

Bir diş; morfolojik olarak taç, boyun ve kök olmak üzere üç kısımdan oluşur. Dişin dışta kalan görünen kısmına **taç**, diş etiyle sarılı kısmına **boyun**, çene kemiği içindeki kısmına ise **kök** denir. Dişin dıştan içe doğru tabakaları mine, dentin ve diş özüdür (pulpa). Mine, taç kısmını örter. Mine tabakasının yapısında kalsiyum, fosfor ve flor bulunur. Mine, sert ve dayanıklı bir tabakadır ve dişe parlaklık verir. Minenin altındaki kemik tabaka dentindir. Pulpa ise en içte bulunan sinir ve kan damarlarının bulunduğu kısımdır (Görsel 1.3.2).



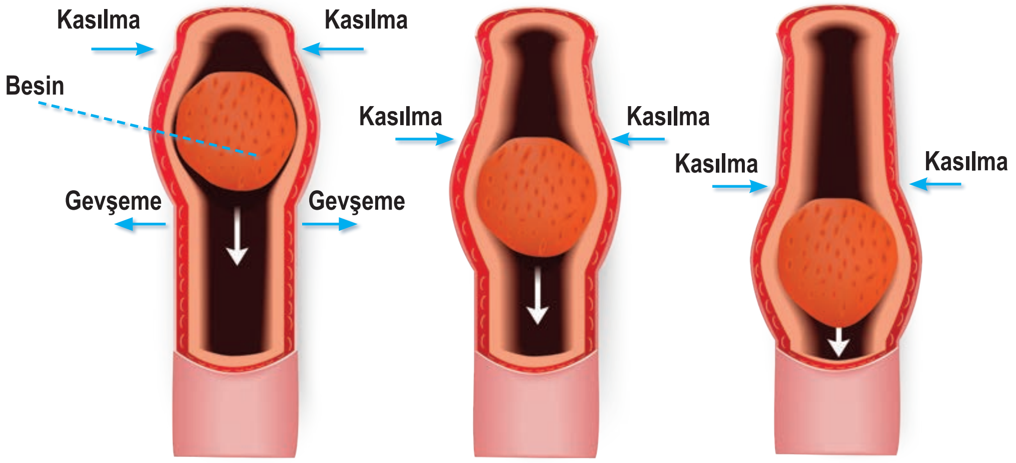
Görsel 1.3.2: Dişin bölümleri

Yutak (farinks): Yemek borusu ve soluk borusunun açıldığı ortak alandır. Besinler yutaktan geçerken besinlerin soluk borusuna gitmemesi gerekir. Yutkununca **gırtlak kapağı** (epiglottis) adı verilen kıkırdak kapak, soluk borusunu kapatarak besinlerin soluk borusuna girmesini engeller (Görsel 1.3.3). Yutma refleksinde bozukluk olursa besinler soluk borusuna kaçarak boğulmaya neden olabilir.



Görsel 1.3.3: Besinin yutaktan geçişi

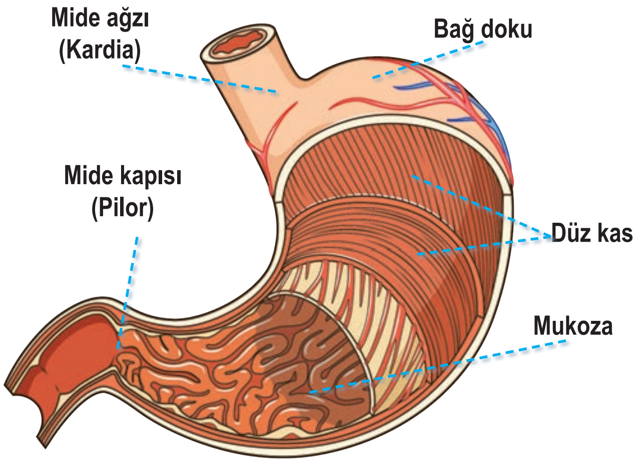
Yemek Borusu: Yutak ile mide arasında uzanıp ağız boşluğunu mideye bağlayan kanaldır. Yemek borusunun ana görevi yutulan besinlerin mideye iletilmesini sağlamaktır. Yemek borusunun duvarındaki kaslar, peristaltik hareketlerle bunu gerçekleştirir (Görsel 1.3.4). Yemek borusunun ağza yakın olan kısmındaki kaslar çizgili kas, diğerleri düz kastır. Bu nedenle yutkunma işlemi istemli başlayıp refleks olarak devam eder.



Görsel 1.3.4: Yemek borusundaki peristaltik hareket

Mide: Diyaframın hemen altında yer alan J harfine benzeyen torba şeklinde bir organdır. Mide, yemek borusundan gelen besinleri geçici olarak depolar. Midenin yemek borusuyla bağlantı yerinde **mide ağzı** (kardia), ince bağırsakla birleşme yerinde **mide kapısı** (pilor) denilen kaslı yapıda **sfinkterler** (büzgen kas) bulunur. Sfinkterlerin açılıp kapanmasıyla mideye besin maddelerinin giriş çıkışına izin verilir.

Midede hem mekanik sindirim hem de kimyasal sindirim gerçekleşir. Mideye giren besinler, mideden salgılanan asidik sıvıyla karıştırılarak bulamaç hâline getirilir. Midede besinlerin kısmen sindirilmesi sonucu oluşan bu bulamaca **kimus** adı verilir. Midenin iç yüzeyini mukoza tabakası kaplar. Mukoza tabakasındaki epitel hücreleri mide öz suyunu salgılar. Midenin dış kısmı, bağ dokudan ve düz kaslardan oluşmuştur (Görsel 1.3.5). Düz kaslar mide duvarında boyuna, enine ve çapraz olarak konumlandığından mide çalkalama hareketi yaparak sindirim salgısını besinlerle karıştırır.



Görsel 1.3.5: Mide

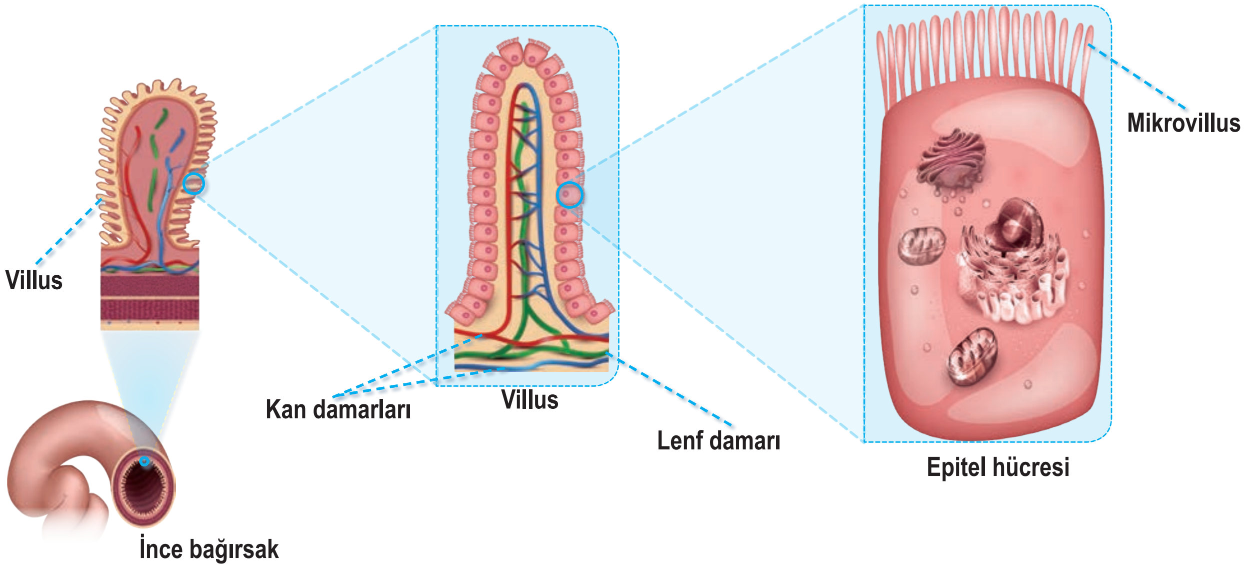
Önemli !

Midenin ve karın boşluğundaki diğer organların üzerini örten zara **periton** adı verilir.

Besinlerin görülmesi, kokusunun alınması ve mide mukozasıyla temas etmesi, mide öz suyunun salgılanmasını uyarır. Mideyi uyarıcı olarak **vagus** siniri etkilidir. Mide ayrıca **gastrin** adı verilen hormon salgılar. Mide bezlerinden kana salgılanan gastrin hormonu kan dolaşımıyla tekrar mideye ulaşır, mide duvarındaki salgı yapan hücreleri uyararak mide öz suyunu salgılatır.

Mide içine salgılanan HCl (hidroklorik asit) mide öz suyunun pH'ını 2 civarında tutar. Mide duvarından salgılanan mukus, mide mukozasının yüzeyini kaplayarak asidik mide öz suyundan mukozanın zarar görmesini engeller. Ancak alkol ve aşırı asitli gıdalar mukozanın tahribine yol açabilir.

İnce Bağırsak: Mide ile kalın bağırsak arasında uzanır. Yaklaşık olarak 3 cm çapa ve 7,5 m uzunluğa sahiptir. İnce bağırsağın mideyi izleyen ilk 25 cm'lik bölümüne **onikiparmak bağırsağı** (duodenum), sonraki kısmına **boş bağırsak** (jejunum) ve son bölümüne de **kıvrımlı bağırsak** (ileum) adı verilir. Sindirim sisteminin diğer bölümlerinde olduğu gibi ince bağırsağın yapısında da içten dışa doğru mukoza, düz kas ve bağ doku tabakaları bulunur. İnce bağırsağın iç yüzeyini örten epitel tabakası, **villus** adı verilen çok sayıda parmak şeklinde kıvrım oluşturmuştur. Villuslar, iç kısmında kılcal kan damarlarına ve lenf kılcallarına sahiptir. Villusları oluşturan epitel hücrelerinin bağırsak boşluğuna bakan yüzeyleri üzerinde çok sayıda mikrovillus bulunur. Mikrovilluslar sitoplazmik uzantılardır. İnce bağırsaktaki iç kıvrımlar, villuslar ve mikrovilluslar sayesinde emilim yüzeyi büyük ölçüde artarak yaklaşık 300 metrekareye ulaşmıştır (Görsel 1.3.6).

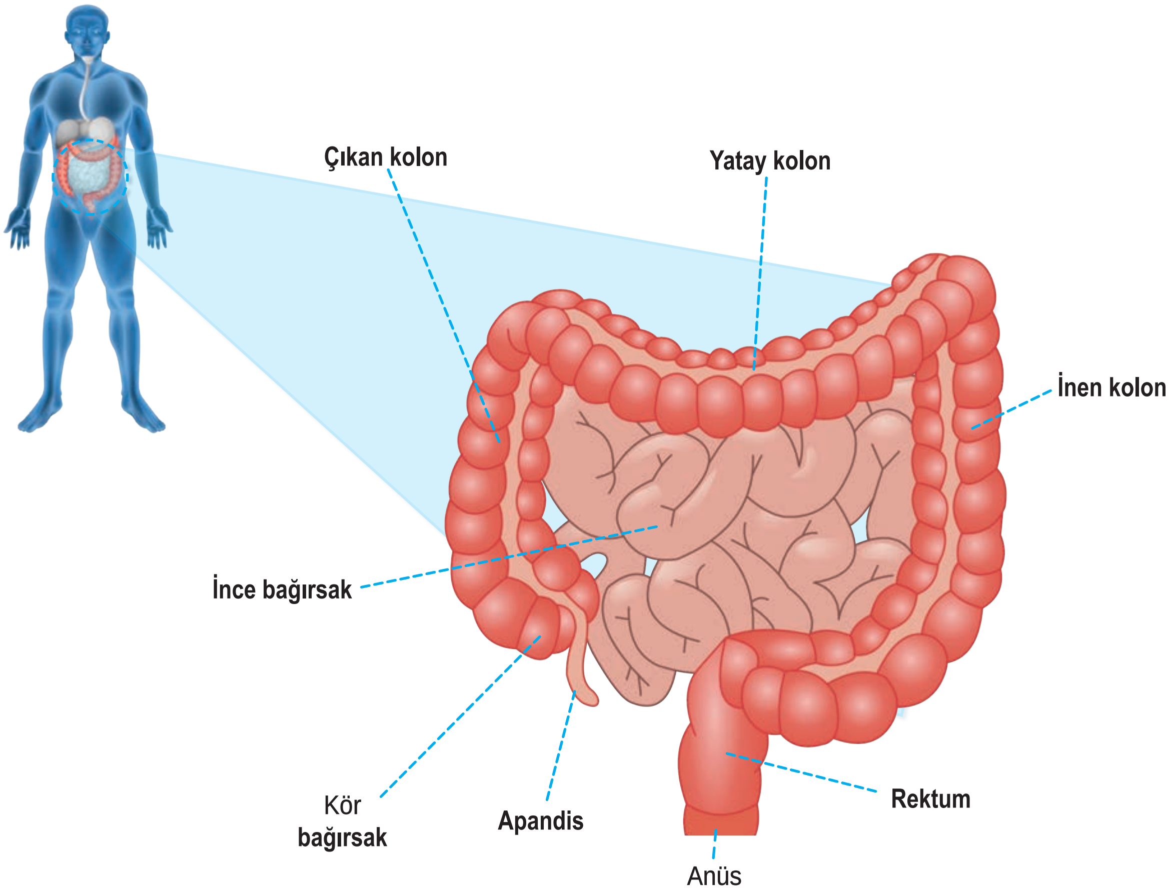


Görsel 1.3.6: İnce bağırsağın yapısı

Besinler, mideden ince bağırsağın ilk kısmı olan onikiparmak bağırsağına geldiğinde asidik olan kimüs, bağırsak mukozasından sekretin hormonu salgılanmasını uyarır. Sekretin hormonu, kan dolaşımıyla pankreasa ulaştığında pankreasın bikarbonat iyonu (HCO_3^-)yönünden zengin sıvı salgılamasını uyarır. Pankreasta sentezlenip onikiparmak bağırsağına boşaltılan bu sıvı, asidik kimusun bazik hâle gelmesini sağlar. Ortamın bazikleştirilmesine bağırsak duvarındaki bezlerin salgıları da katkı yapar.

İnce bağırsakta besinlerin sindirimi sonucu oluşan sıvıya **kilus** denir. Sindirim kanalında sindirim işlemi sonucunda oluşan besinlerin ve vitaminlerin büyük çoğunluğu ince bağırsaktan emilir. İnce bağırsakta sindirim ve emilimden arta kalan artıklar kıvrımlı bağırsaktan kalın bağırsağa iletilir. Sindirim, karaciğer ve pankreas salgılarıyla ince bağırsakta tamamlanır.

Kalın Bağırsak: Sindirim kanalının ince bağırsak ile anüs arasında kalan 1-1,5 m'lik bölümüdür. Kalın bağırsak sırasıyla çıkan kolon, yatay kolon ve inen kolon adı verilen bölümlerden oluşur. Kalın bağırsağın duvarındaki düz kaslar küçülerek ince bir şeride dönüşmüştür. Kalın bağırsağın son bölümüne **rektum** (düz bağırsak) denir. Rektumun dışarıya açılan kısmına da **anüs** adı verilir. Kalın bağırsağın (Görsel 1.3.7) ince bağırsakla birleştiği yere **kör bağırsak** denir. Kör bağırsakta bulunan parmak şeklindeki çıkıntıya **apandis** adı verilir. Bu bölgenin iltihaplanmasına ise **apandisit** denir. Kalın bağırsakta kimyasal sindirim gerçekleşmez. Kalın bağırsakta mukus salgılanır, su ve elektrolitlerin emilimi gerçekleşir. Geriye kalan posa, peristaltik hareketlerle anüsten dışkı şeklinde atılır. Ayrıca kalın bağırsakta yaşayan bakteriler tarafından K vitamini ve B12 vitamini sentezlenir.



Görsel 1.3.7: Kalın bağırsak

Kalın bağırsakta sindirim kanalındaki su ozmozla emilir. Dışkı kalın bağırsakta peristaltik hareketle ilerler. Dışkının kalın bağırsaktan geçişi yaklaşık 12-24 saat sürer. Kalın bağırsakta mikroorganizmaların neden olduğu enfeksiyon oluşursa normalden daha az su geri emileceğinden ishal görülür. Dışkı kolonda yavaş ilerlerse su daha çok emilir ve buna bağlı olarak kabızlık oluşur.

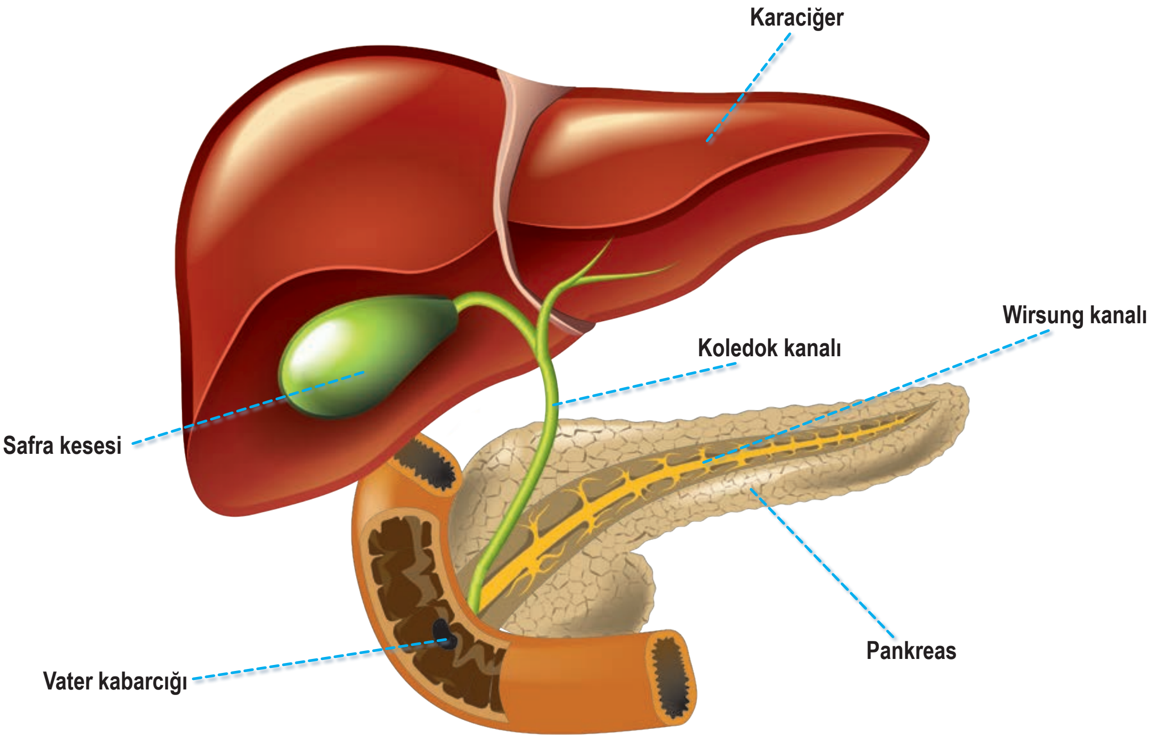
Sindirime Yardımcı Olan Yapılar ve Organlar

Pankreas, karaciğer, safra kesesi ve tükürük bezleri sindirime yardımcı olan yapı ve organlardır.

Pankreas: Hem sindirim enzimi hem de hormon salgılayan karma bezdir. Sentezlediği sindirim enzimlerini ve bikarbonat yönünden zengin pankreas öz suyunu Wirsung (*Virsung*) kanalıyla onikiparmak bağırsağına boşaltır. Bu sıvı içinde su, bikarbonat iyonları ve sindirimde görev alan enzimler bulunur.

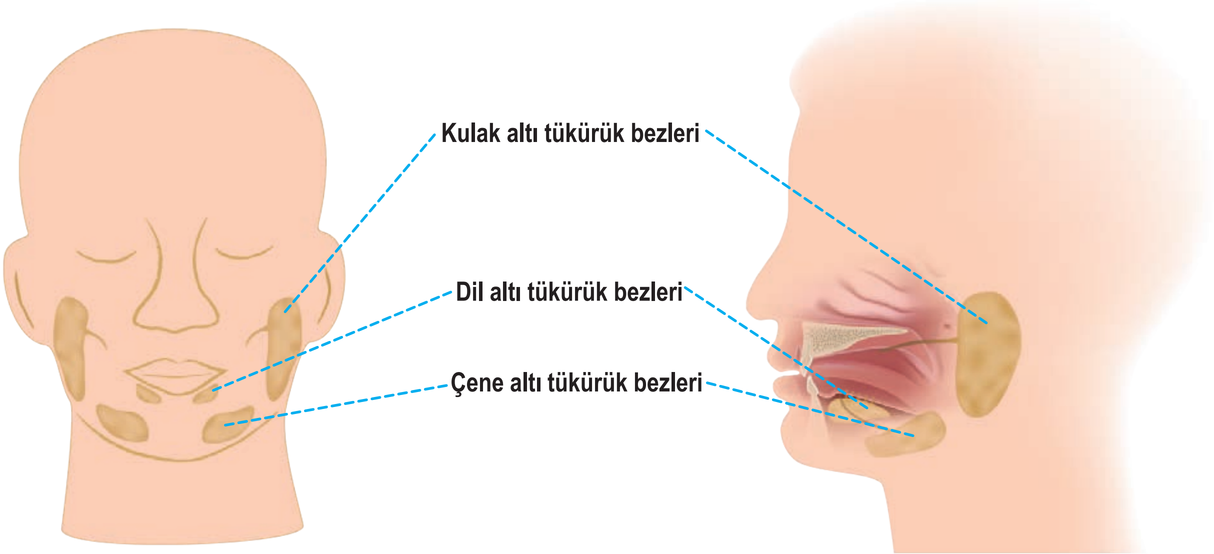
Karaciğer ve safra kesesi: Karaciğer, karın bölgesinde yer alan bir iç organdır ve onikiparmak bağırsağına bir kanalla bağlantılıdır. Herhangi bir sindirim enzimi üretmez. Ancak karaciğerin ürettiği safra, safra kesesinde depolanır ve yağların sindirilmesine yardımcı olmak amacıyla onikiparmak bağırsağına boşaltılır (Görsel 1.3.8). Yağlı besinler onikiparmak bağırsağına ulaştığında ince bağırsaktan salgılanan kolesistokinin safra kesesinin kasılıp gevşemesini uyarır, safra koledok kanalıyla onikiparmak bağırsağına boşaltılır. Koledok kanalı ve Wirsung kanalı ince bağırsağa Vater kabarcığı adı verilen bölgeden açılır. Safranın bileşiminde su, safra pigmenti, safra tuzları, bikarbonat iyonları ile kolesterol bulunur. Safra tuzları, bağırsak boşluğundaki yağları fiziksel olarak küçük damlacıklara böler.

Karaciğer, glikozdan glikojen sentezi ve yıkımı sağlayarak kan şekerini ayarlamaya yardımcı olur. Protein, yağ ve karbonhidrat metabolizmasını düzenler. Yağda çözünen vitaminlerin (A, D, E, K) fazlasını depolar. Karaciğer, ayrıca kendisine gelen kandaki toksik maddeleri etkisiz hâle getirerek bu maddelerin vücuda yayılmasını önler. Bazı ilaçlar karaciğerde zehirsiz hâle getirilir. Albümin, globulin gibi kan proteinleriyle kanın pıhtılaşmasında görev alan fibrinojeni üretir. Ayrıca damar içinde kanın pıhtılaşmasını önleyen heparini de üretir. Embriyonik dönemde kan hücrelerini üretir. Amonyağı daha az zehirli üreye çevirir. Yaşlanmış alyuvar hücrelerinin parçalanmasını sağlar.



Görsel 1.3.8: Karaciğer, safra kesesi ve pankreas

Tükürük Bezleri: Tükürük bezleri sindirime yardımcı yapılardır. Dil altı, kulak altı ve çene altı bezi olmak üzere üç çifttir (Görsel 1.3.9). Salgısını ağız boşluğuna tükürük kanalıyla boşaltır. Tükürüğün pH'ı 6-7 arasındadır. Tükürüğün bileşiminde su, tuzlar, mukus bulunur. Mukus ağzın içini koruyup besinin yutulmasını da kolaylaştırır. Tükürük bezleri, besinler yardımıyla sinirsel olarak uyarılır. Tükürük, besin ağza girmeden önce kokusu, görüntüsü gibi uyaranlar sonucu da salgılanabilir. Tükürüğün içinde antimikrobiyal maddeler (lizozim) de vardır. Tükürüğün pH'ı yükselirse mineraller çökerek diş taşlarını oluşturur.



Görsel 1.3.9: Tükürük bezleri

Besinlerin Kimyasal Sindirimi

Karbonhidratların sindirimi ağızda başlar. Tükürük sıvısında bulunan amilaz, nişastanın ve glikojenin hidrolizini başlatır. Tükürük amilazı nişastayı tamamen sindirmez. Nişastayı küçük polisakkaritlere ve maltoza dönüştürür. Lokma yutulduğunda midenin asidik ortamı nedeniyle amilaz inaktif hâle gelir. Karbonhidratların sindirimi ince bağırsağın bazik ortamında devam eder. Küçük polisakkaritler ince bağırsakta pankreastan salgılanan amilaz enzimiyle disakkaritlere kadar parçalanır. Disakkaritler ince bağırsak epitel dokusundan salgılanan disakkaridazlar (maltaz, laktaz, sükraz) sayesinde monosakkaritlere kadar parçalanır.

Proteinlerin kimyasal sindirimi, mide öz suyunda bulunan pepsin enzimi sayesinde başlar. Pepsin, mide öz suyu içine midedeki sindirim bezlerinden pepsinojen şeklinde inaktif hâlde salgılanır. İnaktif olan pepsinojen, asidik mide öz suyu içerisindeki HCl sayesinde aktif olan pepsine dönüşür. Oluşan pepsin, diğer pepsinojen moleküllerini de pepsine dönüştürebilir. Pepsin, bir polipeptit zincirinde bulunan peptit bağlarını yıkarak daha küçük polipeptitlerin oluşmasını sağlar. Protein sindiren bu enzimin inaktif salgılanması, kendisini sentezleyen hücreye zarar vermemesini sağlar. Proteinlerin sindirimi ince bağırsakta devam eder. Pankreastan gelen tripsin ve kimotripsin enzimleriyle daha küçük polipeptitlere parçalanır. Tripsinojen ve kimotripsinojen enzimleri pepsinojen gibi inaktif enzimlerdir. Bu enzimler ince bağırsağa geçtiğinde aktifleşerek görevini yerine getirir. Pankreas salgısındaki karboksipeptidazlar ile ince bağırsak epitel hücrelerinden salgılanan dipeptidazlar, karboksipeptidazlar ve aminopeptidazlar polipeptitlerin amino asitlere kadar parçalanmasını sağlar.

Yağların sindirimi safra kesesinden ince bağırsağa gelen safra sıvısının yağları yağ damlacıkları hâline dönüştürmesiyle başlar. Yağların mekanik sindirimi sonucu enzimlerin etki edeceği yüzey alanı artar. Pankreastan salgılanan lipaz ince bağırsağa Wirsung kanalıyla taşınır. Lipaz enzimi yağları gliserol ve yağ asitlerine kadar parçalar.

Nükleik asitlerin sindirimi pankreastan ince bağırsağa gelen nükleazlarla olur. Nükleazların etkinliği sonucu nükleik asitler nükleotitlere parçalanır. Nükleotitler ince bağırsak epitel hücrelerinin salgıladığı nükleotit sindiren enzimler sayesinde azotlu organik baza, şekere ve fosfata kadar parçalanır. Sindirim enzimleri ve etki ettikleri maddeler Tablo 1.3.1'de verilmiştir.

Tablo 1.3.1: Sindirim Enzimleri ve Etki Ettikleri Maddeler

	Karbonhidrat Sindirimi	Protein Sindirimi	Yağ Sindirimi	Nükleik Asit Sindirimi
Ağız	Polisakkaritler (nişasta, glikojen) ↓ **Tükürük amilazı** ↓ Küçük polisakkaritler, Maltoz			
Mide		Proteinler ↓ **Pepsin** ↓ Küçük polipeptitler		
İnce Bağırsak	Polisakkaritler ↓ **Pankreatik amilaz** ↓ Maltoz ve diğer disakkaritler ↓ **Disakkaridazlar** ↓ Monosakkaritler	Polipeptitler ↓ **Tripsin, Kimotripsin** ↓ **Aminopeptidazlar, Karboksipeptidazlar** (İnce bağırsakta üretilen ve pankreastan salgılanan) ↓ Küçük peptitler ↓ **Dipeptidazlar** ↓ Amino asitler	Yağ ↓ **Safra tuzları** ↓ Yağ damlacıkları ↓ **Lipaz** ↓ Gliserol, Yağ asitleri	DNA, RNA ↓ **Nükleazlar** ↓ Nükleotitler ↓ **Nükleotit sindiren enzimler** ↓ Azotlu organik bazlar, Şekerler, Fosfatlar

🟦 **Pankreastan salgılanan enzimler**
🟧 **İnce bağırsakta üretilen enzimler**

Sindirime etki eden hormonlar Tablo 1.3.2'de gösterilmiştir.

Tablo 1.3.2: Sindirim Sisteminden Salgılanan Hormonlar ve Etkileri

Hormon Adı	Salgılandığı Organ	Etkisi
Gastrin	**Mide**	Kan yoluyla mideye gelerek mide öz suyunun salgılanmasını uyarır.
Kolesistokinin	**İnce bağırsak**	Pankreastan sindirim enzimlerinin salgılanmasını sağlar. Safra kesesinden safranın salınmasını uyarır.
Sekretin	**İnce bağırsak**	Pankreası uyararak bikarbonat iyonu salgılanmasını sağlar. Karaciğerde safra üretimini uyarır.

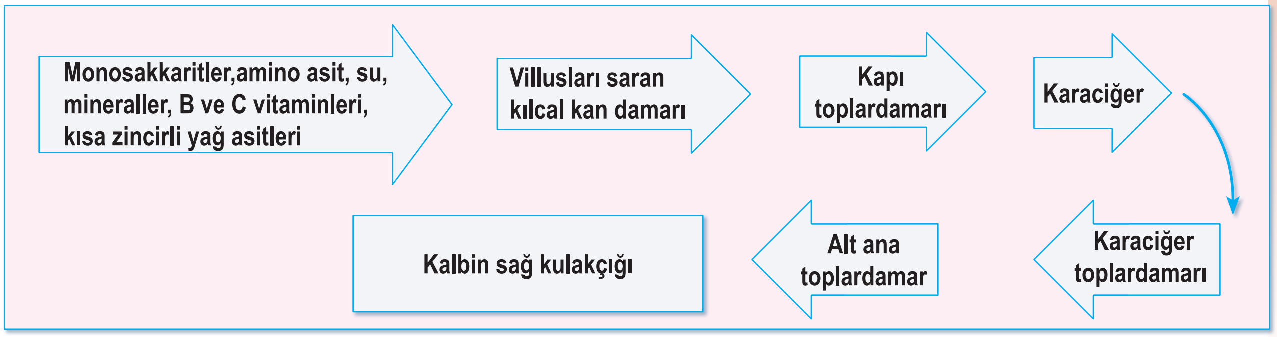
Besinlerin Emilimi

Sindirim kanalında sindirilmiş besinlerin mukozadaki epitel hücreleri tarafından alınarak kana veya lenfe verilmesine **emilim** denilir. Besin maddelerinin emiliminin büyük çoğunluğu ince bağırsakta gerçekleşir.

Midede henüz sindirim tamamlanmadığı ve emilim yüzeyi yeterince büyük olmadığı için emilim azdır. Yağda çözünen ilaçlar ve alkol gibi bazı maddeler mideden emilir. Emilimin önemli kısmı ince bağırsakta gerçekleşir. Emilim yüzey alanı, ince bağırsaktaki villus ve mikrovilluslar sayesinde çok arttığı için besin emilimi, ince bağırsaktan dolaşım sistemine doğru etkin bir şekilde gerçekleşir.

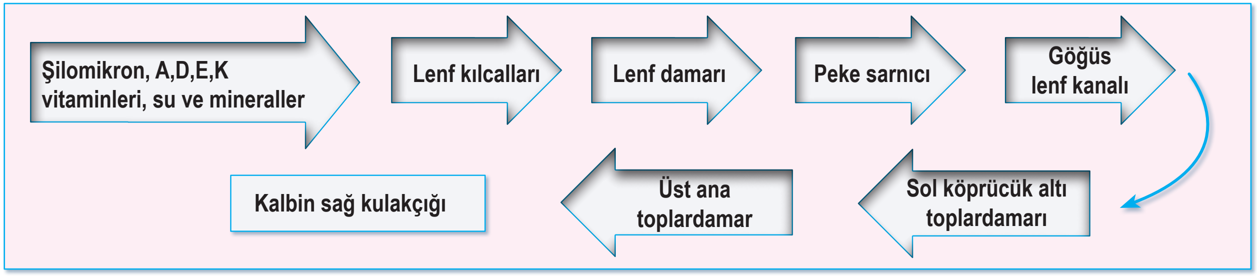
Glikoz, fruktoz, galaktoz ve amino asitler, kısa zincirli yağ asitleri, B ve C vitaminleri, su ve mineraller ince bağırsak epitelinden kılcal kan damarına geçer. Bu geçiş hem pasif taşımayla hem de aktif taşımayla gerçekleşir. Bu maddeler, yemek yedikten bir süre sonra ince bağırsakta yüksek konsantrasyondadır. Bu nedenle kolaylaştırılmış difüzyonla kana geçer. İnce bağırsak yüzeyindeki kılcallardan toplardamara ve oradan da kapı toplardamarına geçip karaciğere taşınır. Karaciğer, kapı toplardamarındaki kanla gelen besin maddelerinin birçoğunu birbirine dönüştürebilir. Bu nedenle karaciğeri terk eden kandaki besin maddelerinin oranı, kapı toplardamarındaki kandakinden farklı olabilir. Karaciğerden karaciğer toplardamarıyla alt ana toplardamara oradan da kalbe gelir ve bunlar vücuda pompalanır (Tablo 1.3.3). Geçiş sadece pasif olarak devam etseydi iki tarafta bu maddelerin konsantrasyonu eşitlenince madde transferi sona ererdi. Bu maddelerin bir kısmı da kalın bağırsaktan atılırdı. Aktif taşımanın olması besin maddelerinin hemen hepsinin kana geçişini garantiler.

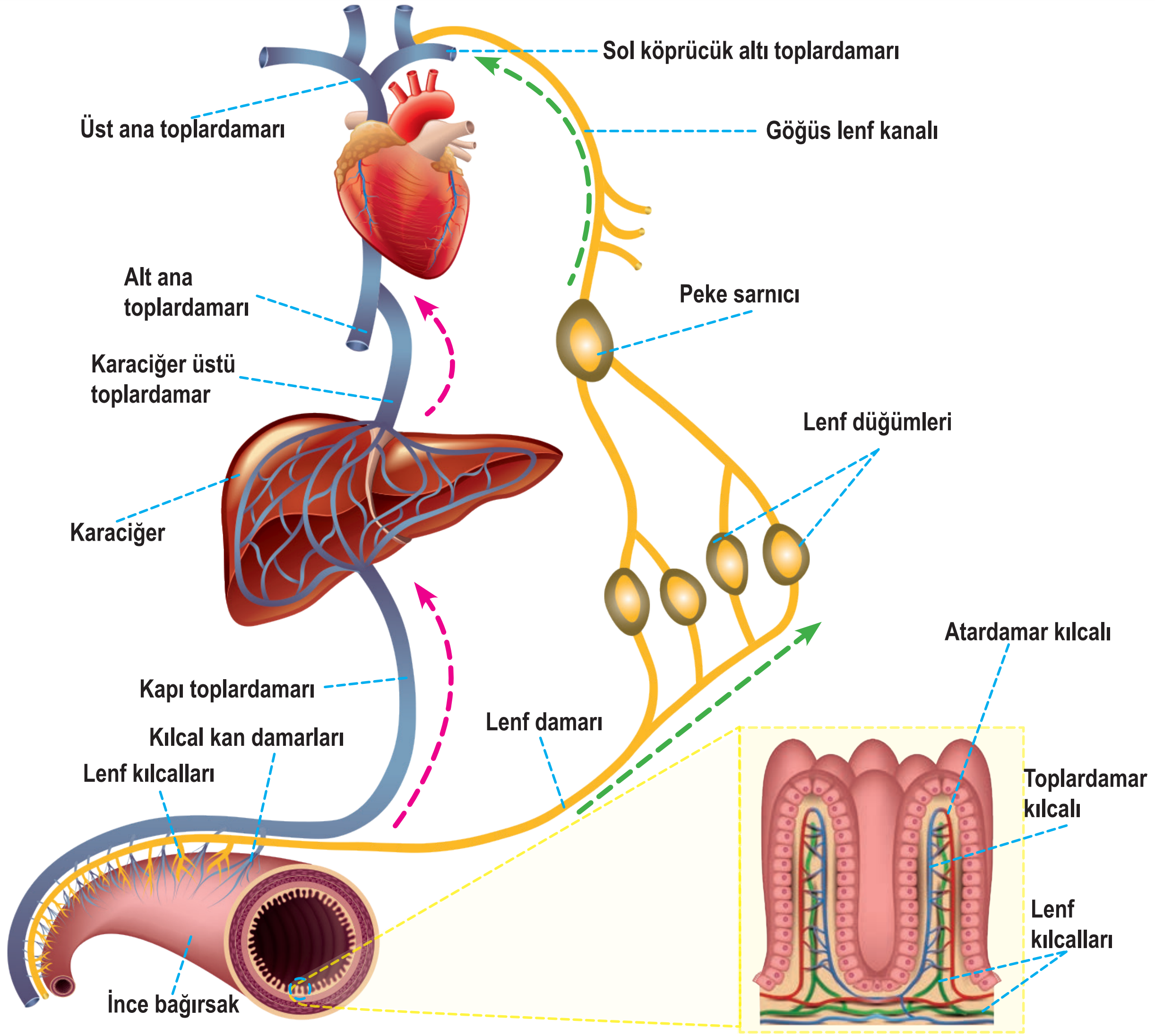
Tablo 1.3.3: Kan Kılcalları ile Taşınan Besinlerin İzlediği Yol


Monosakkaritler,amino asit, su, mineraller, B ve C vitaminleri, kısa zincirli yağ asitleri
Villusları saran kılcal kan damarı
Kapı toplardamarı
Karaciğer
Karaciğer toplardamarı
Alt ana toplardamar
Kalbin sağ kulakçığı

Yağların sindirimi sonucu oluşan yağ asidi ve gliserol bağırsak epitel hücrelerine difüzyonla geçer. İnce bağırsaktan emilen yağ asitleri ve gliserol, emilimden sonra burada birleştirilerek trigliseritlere dönüştürülür. Trigliseritler; fosfolipitler, kolesterol ve özel proteinlerle kaplanarak **şilomikronlara** dönüşür. Yağlar, suda çözünemediği hâlde şilomikronlar, suda çözünebilir özelliktedir. Şilomikronlar, bu bölgede bulunan lenf kılcallarına girer. Buradan sırasıyla karın bölgesi lenf toplardamarlarının toplandığı peke sarnıcına, ana lenf damarlarından göğüs kanalına, buradan sol köprücük altı toplardamarına bağlanır ve kan dolaşımına geçer. Ayrıca A, D, E, K vitaminleri, su ve mineraller de bu yolla taşınır (Tablo 1.3.4). Sindirilmiş besinlerin kana karışımı Görsel 1.3.10'da verilmiştir.

Tablo 1.3.4: Lenf Kılcalları ile Taşınan Besinlerin İzlediği Yol


Şilomikron, A,D,E,K vitaminleri, su ve mineraller
Lenf kılcalları
Lenf damarı
Peke sarnıcı
Göğüs lenf kanalı
Sol köprücük altı toplardamarı
Üst ana toplardamar
Kalbin sağ kulakçığı


Sol köprücük altı toplardamarı
Üst ana toplardamarı
Göğüs lenf kanalı
Alt ana toplardamarı
Peke sarnıcı
Karaciğer üstü toplardamar
Lenf düğümleri
Karaciğer
Atardamar kılcalı
Kapı toplardamarı
Lenf damarı
Kılcal kan damarları
Lenf kılcalları
Toplardamar kılcalı
Lenf kılcalları
İnce bağırsak

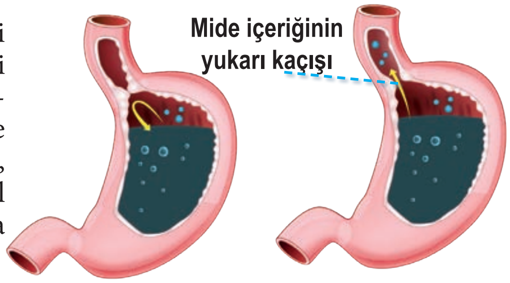
Görsel 1.3.10: Sindirilmiş besinlerin kana karışımı

1.3.2. SİNDİRİM SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI

Besinlerin hücreler tarafından kullanılabilir hâle gelmesi için sindirim sisteminde yer alan organların sağlıklı olması gerekir. Sindirim sisteminin sağlıklı yapısını korumak için besinler iyice çiğnenmelidir. Çok sıcak ya da çok soğuk besin tüketmekten, yemekten sonra yoğun fiziksel hareketler yapmaktan kaçınılmalıdır. Bunlara dikkat edilmezse reflü, gastrit, ülser, hemoroit gibi sindirim sistemi rahatsızlıkları ortaya çıkabilir.

Reflü

Mide ile yemek borusu arasındaki sfinkter kaslarının görevini yapamamasından mide içeriğinin (asidinin) yemek borusuna geri kaçışıdır (Görsel 1.3.11). Ağza gıdaların ve acı suyun gelmesi, genellikle yemek yenildikten sonra olur. Çikolata, alkol, baharatlı ve yağlı gıdalar tüketildiğinde şikâyetler artar. Reflü yemek borusu, mide ve bağırsak sistemi dışındaki sistemlerde de sıkıntılara yol açabilir. Öksürüğe, ses kısıklığına, diş çürüğüne ve boğaz ağrısına neden olabilir.



Görsel 1.3.11: Reflü

Gastrit

Gastrit her yaşta görülebilen çok yaygın bir hastalıktır. Midenin iç kısmında yer alan mukoza tabakasının iltihaplanması sonucunda görülür. Yemekten sonra ortaya çıkan bulantı, tiksinme gibi durumlar gastrit sorunu olan kişilerin ortak şikâyetleri arasındadır. Önlem alınmamış ve ilerlemiş gastrit zamanla ülsere hatta kanser oluşumuna yol açabilir.

Çevresel etkenler ve beslenme, hastalığın gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Gastrit; tütün ve tütün mamulleri içen, aşırı yağlı besinlerle beslenen, tütsülenmiş gıda tüketen ve fazla alkol alan kişilerde diğer kişilere oranla daha sık görülmektedir.

Ülser

Mide veya onikiparmak bağırsağının sindirim sıvıları tarafından zarar görmesi sonucu meydana gelen yara oluşumudur (Görsel 1.3.12). Bu rahatsızlığın ağrısı şiddetlidir. Ağrıların sıklığı sonbaharda ve ilkbaharda artar. Ülserli hastalarda bulantı, kusma, iştahsızlık ve kilo kaybı gözlenir. En büyük neden *Helicobacter pylori* (*Helikobakter pilori*) adlı bir mikroorganizmadır. Diğer nedenler arasında genetik yatkınlık, yoğun stres, kortizon türü ilaç kullanımı, tütün ve tütün mamulleri, alkol, aşırı kahve tüketimi ve çevre kirliliği sayılabilir.

Zarar görmüş mide mukozası

Görsel 1.3.12: Ülser

Hemoroit

Makat bölgesinde toplardamar genişlemesiyle oluşan bir rahatsızlıktır. Fazla alkol tüketimi, baharatlı ve acılı yiyecekler, aşırı yeme hemoroide neden olabilir. Makatta kanama ve iltihap bu rahatsızlığın en yaygın belirtileridir. Kanama sonucu kişide kansızlık ortaya çıkabilir.

Kabızlık

Bağırsak hareketlerinin yavaşlaması ya da dışkılamanın ertelenmesi gibi nedenlerle kalın bağırsakta uzun süre kalan dışkı suyunu iyice kaybeder. Dışkının çıkmasına uygun durumun yitirilmesi kabızlığa neden olur. Yetersiz su alımı, lifli besinlerin yetersiz tüketilmesi, ülser ve kolon spazmı kabızlığa neden olabilir. Kabızlığı önlemenin en kolay yolu bol su içmek ve meyveler başta olmak üzere çeşitli lifli gıdalar tüketmektir. Lifli besinler su tuttuğu için dışkının sulu kalmasını sağlayarak kabızlığı önler.

İshal

Bağırsak hareketlerinin hızlı oluşu suyun, besinlerin ve elektrolitlerin yeterince emilmeden dışkıyla atılmasına neden olur. İshal adı verilen sulu dışkılamada emilmeden hızla kaybedilen suyun ve elektrolitlerin yerine konulması önemlidir. Uzun süren vakalarda ciddi sonuçlar ortaya çıkabilir. İshal, çocuklarda dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Çeşitli mikroorganizmaların etkileri sonucu ishal ortaya çıkmışsa doktor kontrolünde tedavisi gereklidir.

1.3.3. SİNDİRİM SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Sağlıklı sindirim sistemine sahip olabilmek için yeterli ve dengeli beslenmeye dikkat edilmeli, fast food tüketmekten kaçınılmalı, kafeinli ve asitli içeceklerden, tütün ve tütün mamullerinden, alkolden uzak durulmalıdır. Aşırı yağlı ve aşırı şekerli yiyecek tüketilmemesi gerekir. Diş ve ağız temizliğine dikkat edilmelidir. Besinler iyi çiğnenmeli, yeterince su içilmeli, taze meyve ve sebze gibi lifli gıdalar tüketilmelidir. Stres ve üzüntüden uzak durmak, her hastalıkta olduğu gibi sindirim sisteminin sağlıklı yapısının korunmasında da en önemli etkendir.

Yeterli ve dengeli beslenmenin yanı sıra fiziksel etkinlik ve egzersiz de bireyin fiziksel ve zihinsel performansını olumlu yönde etkiler. Fiziksel etkinlik gün içinde yapılan her türlü hareketi içerirken egzersiz ise planlı, tempolu ve düzenli hareketler bütünüdür. Düzenli yapılan egzersiz, sağlıklı vücut ağırlığının sürdürülmesini sağlar. Aynı zamanda kronik hastalıklara yakalanma riskini de azaltır.

Görsel 1.3.13: Yüzme

Yürümek, koşmak, yüzmek, bisiklete binmek gibi fiziksel etkinlikler enerji gereksinimini yağlardan sağlayarak metabolizmayı hızlandırır ve kilo alımını önler (Görsel 1.3.13). Böylece obezitenin de önüne geçilebilir. Birçok ülkede fiziksel etkinlik düzeyi besin tüketiminden daha fazla düşüş göstermiş, bu nedenle düşük düzeyde fiziksel etkinliğin obezite için önemli bir etken olduğu sonucuna varılmıştır. Önemli bir sağlık sorunu olan obezite giderek artmakta ve koroner kalp hastalığına, diyabete ve felce neden olmaktadır. Kilo kaybının enerji sınırlaması ve fiziksel aktivitenin artırılmasıyla sağlanması daha kolay ve etkilidir. Kandaki yüksek kolesterol ve trigliserit düzeyini etkileyerek damar hastalıkları riskini azaltır. Düzenli fiziksel etkinlik, insülin kontrolünü sağlayarak kan şekerinin düzenlenmesine yardımcı olur. Vücudun su, tuz, mineral kullanımının dengelenmesini de sağlar.

Görsel 1.3.14: Diyet lif içeren gıdalar

Günümüzde tüketicilerin hazır gıdalara taleplerinin artması, bedensel etkinliklerin azalması ve yanlış beslenilmesi sonucu obezite, diyabet, bağırsak ve sindirim sistemi rahatsızlıkları artış göstermiştir. İnsanda ince bağırsakta sindirilmemesine rağmen kalın bağırsakta tamamen veya kısmen fermente olan bitkilerin yenilebilir kısımlarına diyet lif denir. Özellikle tahıllarda, meyve ve sebzelerde, sebze ve meyvelerin kabuk, zar, sap, çekirdek gibi sindirilemeyen katı kısımlarında bulunur (Görsel 1.3.14). Diyet lif, son yıllarda giderek önemi artan, düşük enerji değerine sahip diyet ürünlerinin temel bileşenini oluşturur. Diyet lif bileşenleri kalın bağırsak fonksiyonlarını düzenler. Kabızlığa, hemoroide, kolon kanserine, şişmanlığa, diyabete ve kalp damar hastalıklarına karşı koruyucudur.

Organik gıdalar; yapay gübrelerin, böcek ilaçlarının, yabani ot ve mantar öldürücü ilaçların, hormonların, antibiyotiklerin, koruyucuların, renklendiricilerin ve kimyasal maddelerin kullanılmadığı bitkisel ve hayvansal gıdalardır (Görsel 1.3.15). Tüm dünyada organik gıda üretiminde ve tüketiminde önemli oranda artış görülür. Organik gıdalar doğal olduğu için sağlıklı gıdalardır. Katkı maddesi bulundurmadığından ve genetiğine müdahale edilmediğinden sindirim sistemi ve diğer sistemlerin sağlıklı yapısının korunmasında etkilidir.

Görsel 1.3.15: Doğal gıdalar

Doğru ve sağlıklı beslenmenin iki temel unsuru vardır; dengeli ve yeterli beslenme. Obezite ve açlık, bu iki unsura dikkat edilmemesi sonucu ortaya çıkar. Dünyada 10 milyon insan açlıktan ölürken yılda 1,3 milyar ton gıda israfı yapılmaktadır. İsraftan sakınıp yeterli ve dengeli beslenmek açlığın ve obezitenin de önüne geçecektir. Obezite pek çok hastalığın kaynağıdır. Büyük tıp âlimi İbn Sina, kendisine hastalıkların sebebi sorulduğunda" Çok yemek ve yemek üstüne yemek yemek" demiştir. İrade ve bilinç bu noktada çok önemlidir. Kalıtımsal ve çevresel faktörler dışında pek çok kronik hastalığın sebebi kötü beslenmedir. Araştırmalar ölümlerin %60'ının, hastalıkların %46'sının temel nedeninin kötü beslenme olduğunu gösterir. Tıp dünyası 2020 yılında gelişmekte olan ülkelerde toplam ölümlerin %70'inin diyabet nedeniyle olacağını öngörmektedir. Kalp damar hastalıkları ve kanserin de beslenmeyle yakın ilgisi vardır. Dengesiz ve yetersiz beslenen toplumlarda enfeksiyon hastalıkları daha sık görülür.

Sindirim sistemini etkileyen bir başka faktör de bilinçsizce antibiyotik kullanmaktır. Bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde kullanılan antibiyotikler, gelişigüzel kullanıldığında ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir. Antibiyotiklerin hekimin önerisi doğrultusunda, uygun görülen dozda ve sürede kullanılması gerekir. Doz atlanması bakterilerin direnç geliştirmesine yol açar, tedavi başarısızlığa uğrar ve hastalık tekrarlar.

Antibiyotiğin gelişigüzel kullanılmasının neden olduğu en önemli sorunlardan biri o bakterinin antibiyotiğe direnç oluşturmasıdır. Bir antibiyotiğin belli bir bakteriyi yok etmesini veya bakterinin çoğalmasını durdurma özelliğinin kaybolması, bakterinin o antibiyotiğe direnç geliştirdiği anlamına gelir. Bu, hastalığın daha uzun sürmesine, hatta yaşamın sona ermesine yol açabilir. Ayrıca dirençli bir bakterinin neden olduğu enfeksiyonlar yan etkileri daha fazla olan antibiyotiklerin kullanılmasını da gerektirebilir.

Antibiyotiğin bilinçsizce kullanımı karaciğer fonksiyonlarının bozulmasına neden olur. Karaciğer hastalığı olanlar, antibiyotik kullanımından kaçınmalıdır. Karaciğer fonksiyon testleri adı verilen kan tetkikleriyle bu yan etkiler takip edilebilmektedir. Normalde bağırsakta 400'den fazla bakteri türü vardır. Bu bakteri türleri, vücuda zarar vermediği gibi aksine yarar sağlar. Antibiyotik kullanımı bu normal floradaki bakterilerin ölmesine ve böylelikle zararlı bakterilerin üremesine ortam hazırlar ve ishal başlar. Hatta dizanteriyi taklit eden kanlı ishal gelişebilir. Ayrıca bulantı, kusma, karın ağrısı gibi belirtiler de görülebilir.

OKU DEĞERLENDİR

Hızlı sanayileşme ve kentleşme, ev dışında daha çok zaman geçirilmesi, yoğun çalışma temposu gibi birçok etmen hazır yiyeceklere ve fast food beslenmeye ilgiyi artırmıştır. Bu tür yiyeceklerin sunulduğu restoranlara ve fast food beslenmeye daha çok çocuklar ve gençler ilgi göstermektedir. Sağlık Bakanlığı, hazırladığı bir raporla ayaküstü beslenme alışkanlığının birçok sağlık sorununa neden olduğunu bildirmiştir. Beslenmeye bağlı sağlık sorunlarını önlemek için gazlı içecekler, doymuş yağ, kolesterol ve tuz oranları yüksek yiyecekler ve fast food türü beslenme yerine besin değeri yüksek, Türk mutfağına özgü yiyecek ve içeceklerin tercih edilmesi sağlanmalıdır.

Elif ile Ezgi 16 yaşında lise öğrencisi iki arkadaştır. Elif her sabah düzenli olarak kahvaltı yapmaktadır. Öğle yemeğinde evde hazırladığı protein içeriği yüksek gıdalarla taze sebze ve meyve tercih etmektedir. Ayran ise vazgeçilmez içeceğidir. Elif okula yürüyerek ya da bisikletiyle gidip gelmeyi tercih etmektedir. Ezgi ise sabahları geç uyanmakta ve geç kalma endişesiyle genellikle kahvaltı yapamadan okula gitmektedir. Öğle yemeği vakti yaklaştığında açlık seviyesi arttığından genellikle yüksek kalorili hazır gıdalar ve asitli içecekler tercih etmektedir. Ezgi fazla kilolarından şikâyetçidir ancak spor yapmayı da sevmemektedir. Fazla kilosu nedeniyle doktora başvurduğunda kendisinden bir takım tetkikler istenir. Tetkik sonuçlarına göre doktor Ezgi'ye obeziteden söz eder. Ezgi'nin karaciğerinde yağlanma tespit edilmiştir. Ayrıca kan basıncı da yaş grubuna göre yüksek değerdedir.

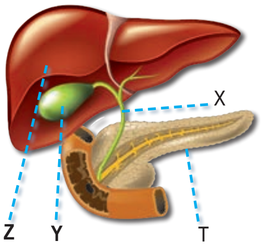
a) Ezgi'nin yaşadığı sağlık sorununun nedenleri nelerdir?

b) Bir haftalık beslenme tablonuzu oluşturunuz. Tabloyu değerlendirip beslenme biçiminizin sağlıklı olup olmadığını arkadaşlarınızla tartışınız.

3. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki açık uçlu soruların yanıtını boş bırakılan alana yazınız.

1. Biyoloji öğretmeni, Selim'e arkadaşlarıyla iş birliği içinde hazırlaması için bir performans çalışması verir. Sindirime yardımcı organ ve yapıların görevlerini araştırmasını ister. Selim ve arkadaşları, ilk olarak yandaki görseli incelerler. İnceleme sonrasında X, Y, Z, T ile gösterilen bölümlerin görevlerini araştırırlar. Selim ve arkadaşları, performans çalışmasını sınıfta sunduktan sonra sınıf arkadaşlarına yöneltmek üzere aşağıdaki soruları hazırlarlar.



Sizler de görselden yararlanarak X ve Y ile ilgili size yöneltilen soruları yanıtlayınız.
X kanalı tıkandığında hangi besinin sindirimi zorlaşır?
Y ile gösterilen bölgede depolanan salgının üretildiği yer neresidir?

Selim ve arkadaşlarına yardımcı olmak amacıyla sizler de Z ve T yapılarıyla ilgili iki soru hazırlayınız ve hazırladığınız soruları yanıtlayınız.

Z ile ....

T ile ....

2. İnce bağırsaktan emilen işaretli bir amino asit molekülü kalbe gelinceye kadar

I. Kapı toplardamarı
II. Alt ana toplardamar
III. Karaciğer üstü toplardamarı
IV. Karaciğer

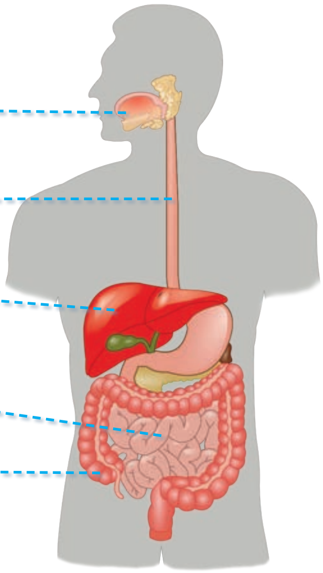
yapılarından hangi sıraya göre geçer? Sıralayınız. ....

3. Yağ asidi ince bağırsakta nasıl emilir? Emildikten sonra kan dolaşımına katılana kadar takip ettiği yolu yazınız. ....

B) Aşağıda numaralarıyla verilen ifadeleri, harfle verilen ifadelerle eşleştiriniz.

4. Aşağıda verilen sindirim sistemine ait yapıları görevleriyle eşleştiriniz.

I. Ağız
II. Yemek borusu
III. Karaciğer
IV. İnce bağırsak
V. Kalın bağırsak



A) Kimyasal sindirim ☐
B) Safra üretimi ☐
C) Peristaltik hareket ☐
Ç) Suyun emilimi ☐

5. **Sindirim enzimlerinin salgılandığı ve taşındığı yerlerle ilgili performans çalışması hazırlayan Ayberk, numaralandırılmış enzimlerle ilgili nasıl bir eşleştirme yapmalıdır?**

Amilaz (1)	Maltaz (2)	Lipaz (3)
Sükraz (4)	Nükleaz (5)	Tripsinojen (6)

Tükürük bezinden salgılanan enzimler ....

İnce bağırsaktan salgılanan enzimler ....

Wirsung kanalıyla taşınan enzimler ....

C) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. **Midenin çalışmasının düzenlenmesinde**

I. Adrenalin hormonu
II. Gastrin hormonu
III. Vagus siniri

faktörlerinden hangileri etkilidir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

7. **Sindirim sisteminin sağlıklı yapısını korumak için aşağıdakilerden hangisi yapılmalıdır?**

A) Fast food beslenmek
B) Asitli içecekleri aşırı tüketmek
C) Aşırı yağlı besinler tüketmek
D) Öğün atlamak
E) Stresi kontrol altında tutmak

8. **Aşağıdakilerden hangisi sindirim sistemi rahatsızlığı değildir?**

A) Gastrit B) Ülser C) Hemoroit
D) İshal E) Osteoporoz

9. **Kimus onikiparmak bağırsağına geçtikten sonra gerçekleşen**

I. Sekretin pankreası uyarır.
II. Kolesistokinin safra kesesini uyarır.
III. Bikarbonat iyonu (HCO_3^-) onikiparmak bağırsağını bazik hâle getirir.
IV. Pankreastan pepsinojen salgılanır.

olaylardan hangileri yanlış verilmiştir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) Yalnız IV
D) I ve II E) II ve IV

10. **Pankreasla ilgili**

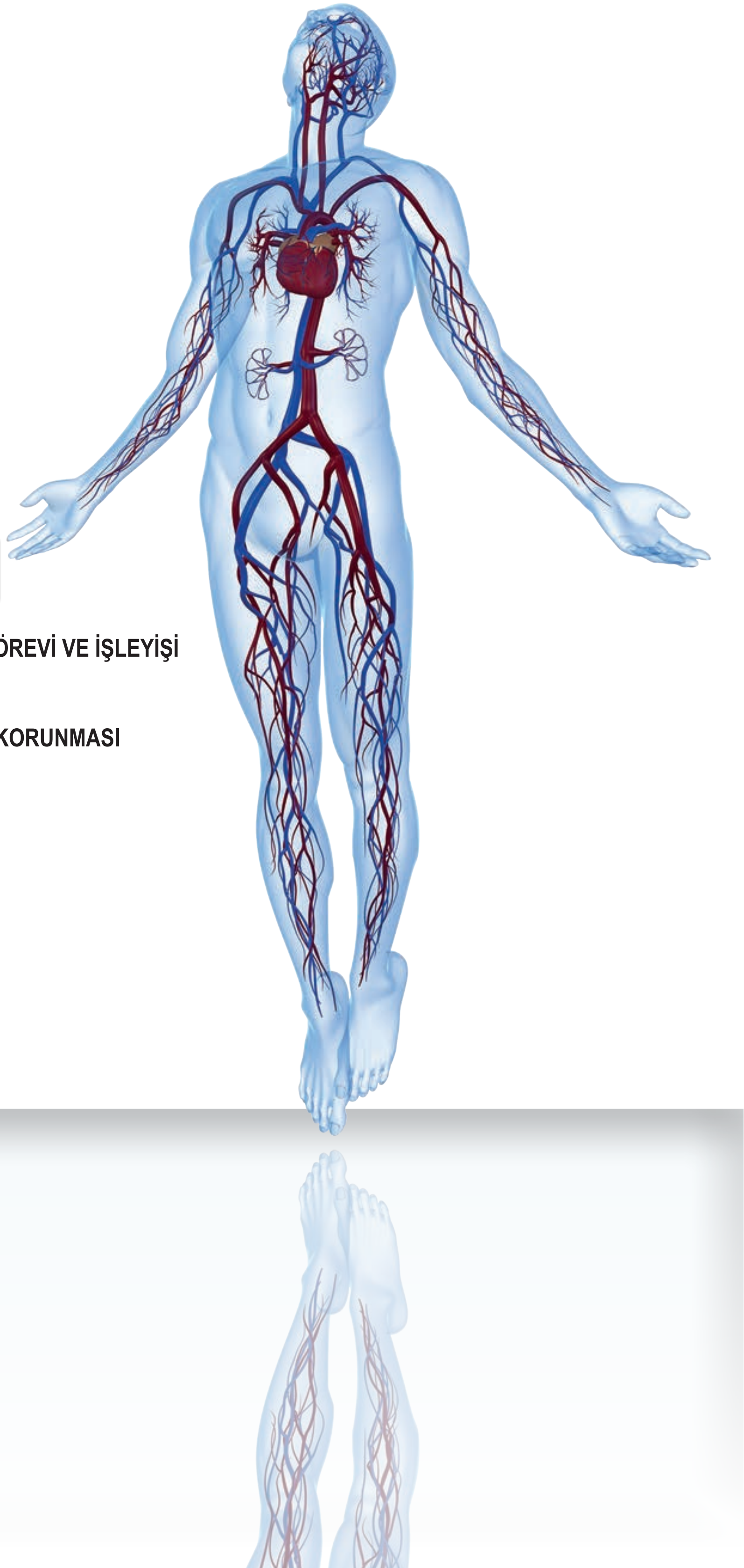
I. Salgıladığı sekretin hormonuyla ince bağırsağı asidik hâle getirir.
II. Yağların mekanik sindirimini sağlayan enzimi salgılar.
III. Polipeptitlerin kimyasal sindirimini sağlayan enzimler salgılar.

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

4. BÖLÜM

DOLAŞIM SİSTEMLERİ



ANAHTAR KAVRAMLAR

- **Alyuvar**
- **Akyuvar**
- **Antijen**
- **Antikor**
- **Aşı**
- **Bağışıklık**
- Damar
- **Enfeksiyon**
- **İnterferon**
- **Kalp**
- Kan
- **Kan bağışı**
- **Kan dolaşımı**
- **Kan grubu**
- **Lenf dolaşımı**
- **Nabız**
- **Ödem**
- **Tansiyon**

İÇERİK

- **1.4.1. KALBİN, DAMARLARIN VE KANIN YAPISI, GÖREVİ VE İŞLEYİŞİ**
- **1.4.2. LENF DOLAŞIMI**
- **1.4.3. DOLAŞIM SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI**
- **1.4.4. DOLAŞIM SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI**
- **1.4.5. BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ**

SENTETİK KEMİK İLİĞİYLE KAN HÜCRELERİ ÜRETİLDİ

İçindeki kemik iliği sayesinde sağlıklı kan hücreleri üretebilen kemik benzeri bir implant geliştirildi. İmplantın mevcut tedavilerin yan etkilerini bertaraf etmesi ve bazı kan ve bağışıklık hastalıklarının tedavisinde kullanılması umuluyor. Kemiklerin merkezinde bulunan kemik iliğinin görevlerinden biri kök hücrelerden kırmızı kan hücreleri üretmek. Bu kök hücrelere saldıran bazı bağışıklık hastalıklarında ya da vücudun yeterince kan hücresi ya da pıhtılaşma faktörü üretemediği bazı anemilerde kemik iliği nakli gerekiyor. Bu nakillerde bir vericiden alınan kök hücreler alıcının kendi kök hücrelerinin yerine konuyor, ancak önce alıcının kendi kök hücrelerinin radyasyonla ya da ilaçla yok edilmesi gerekiyor. Bu da pek çok yan etkisi olabilen bir işlem. Yeni implant işte bu durumu ortadan kaldırıyor.

İmplantın iki ana kısmı var: Kemik benzeri dış yapı ve içteki ilik. Dış yapıdaki kalsiyum fosfat mineralleri vericiden alınan kök hücrelerin hücrelere dönüşüp kemik oluşturmasını sağlar. İç kısım ise vericiden gelen kemik iliği kök hücreleri için yuva oluşturur.

İmplant, farelerin deri altına yerleştirildiğinde kemik benzeri bir yapıya dönüşüp iş gören bir ilik oluşturdu. İmplantın içinde verici kaynaklı kök hücrelerin oluşturduğu kan hücreleri dolaşıma girip alıcının kendi kan hücreleriyle karıştı. Altı ay geçtiğinde hem verici kaynaklı kan hücreleri hem de alıcının kendi hücreleri vücutta aynı anda bulunuyordu. Böylece sentetik kemik iliği ile kan hücreleri üretimi sağlanmış oldu.

(Düzenlenmiştir.)

Bilim ve Teknik Dergisi, Haziran 2017

HAZIRLAN YORUM

1. Kanın görevleri nelerdir?
2. Kan, vücuttaki tüm dokulara nasıl taşınır?
3. Dolaşım sisteminin vücut için önemi nedir?

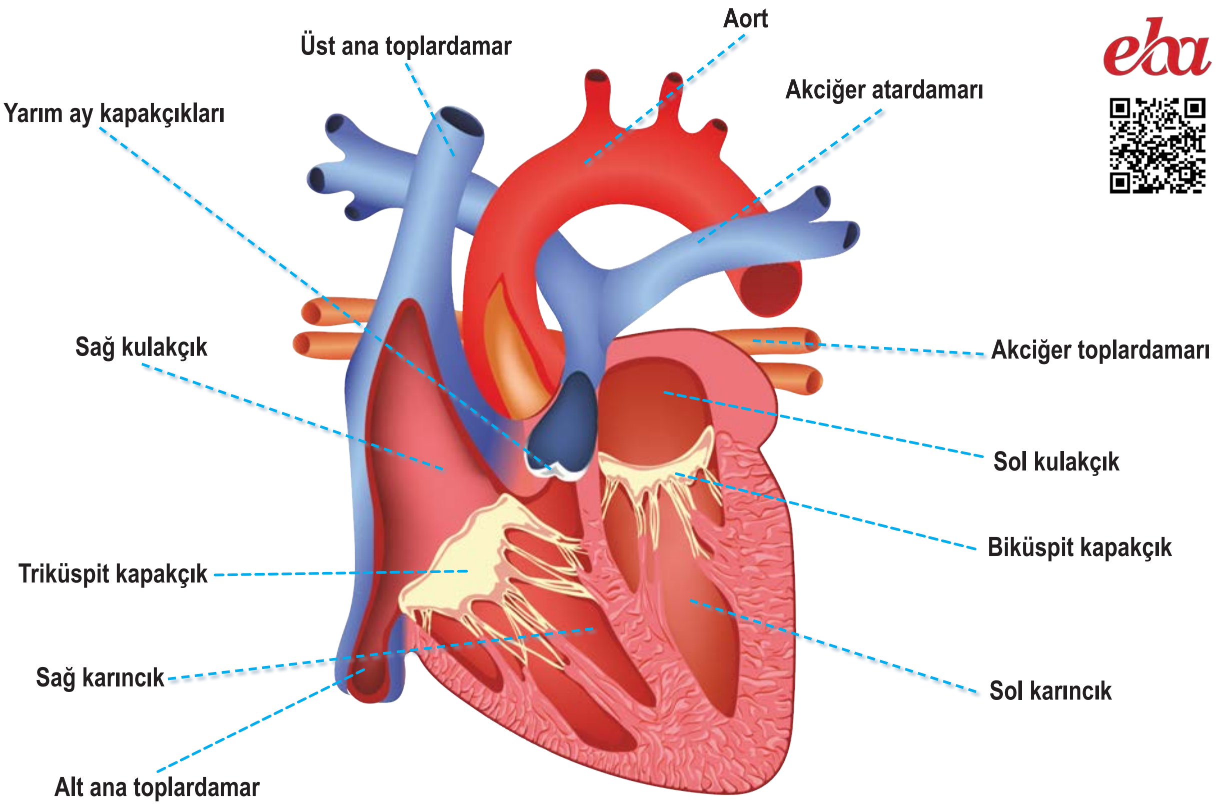
1.4.1. KALBİN, DAMARLARIN VE KANIN YAPISI, GÖREVİ VE İŞLEYİŞİ

Dolaşım sistemleri kan ve lenf dolaşımının her ikisini de kapsar. Kan dolaşım sisteminde bir dinamo gibi hiç durmadan çalışan bir kalp, vücudu kilometrelerce saran damarlar ve farklı görevler üstlenen kan görev alır. Kalp, kanın taşınması sırasında itici güç sağlar. Kanın hücrelere taşınması, damarlar sayesinde olur. Kan, görevini yerine getirebilmek için en uzaktaki hücrelere kadar ulaşmak zorundadır.

KALP

Kalp, göğüs boşluğunun merkezinde iki akciğer arasında bulunur. Yaklaşık olarak sıkılmış bir yumruk büyüklüğündedir. Kadınlara göre erkeklerin kalbi biraz daha büyüktür ve ağırdır. Bu durum erkeklerin kas kütlesinin ve oksijen ihtiyacının daha fazla olmasından kaynaklanır. Embriyonik gelişimin dördüncü haftasında atmaya başlayan kalp, damarlardan gelen kanı pompalayan kaslı bir yapıya sahiptir. Kalp; dıştan içe perikart, miyokart ve endokart olmak üzere üç tabakadan oluşur. **Perikart** kalbi çevreleyen bağ dokudan oluşmuş koruyucu bir kesedir. Çift katlı bu kese içinde perikardiyal sıvı bulunur. **Miyokart** istemsiz kaslarak kanı odacıklarda sıkıştıran ve pompa görevi yapan kalp kasıdır. **Endokart** ince tabaka hâlinde kalp boşluğunu saran kısımdır.

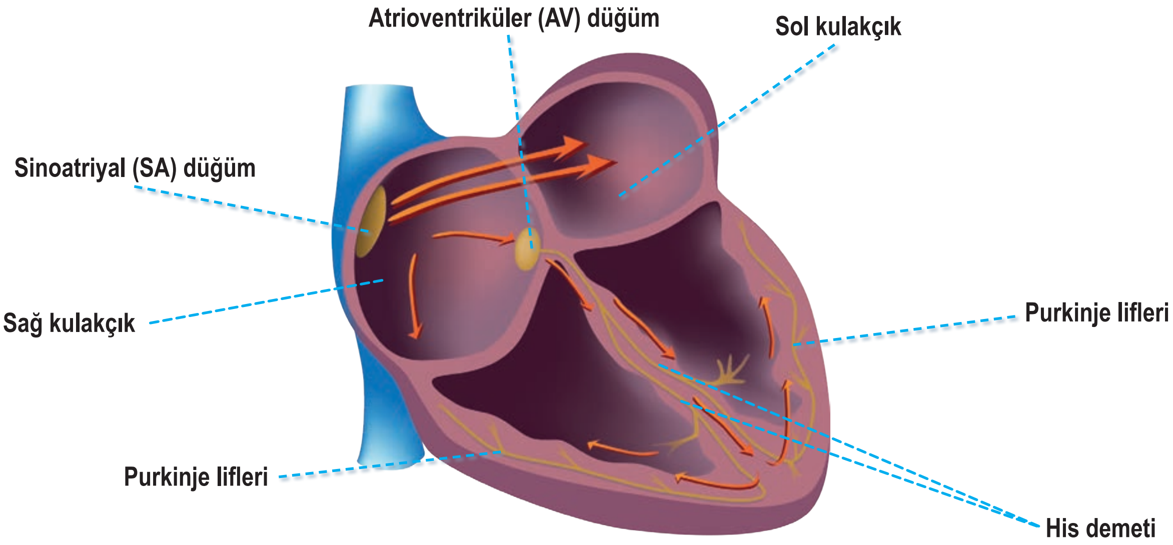
Kalp, üstte iki kulakçık ve altta iki karıncık olmak üzere dört odacıktan oluşur. Kalpte kulakçık (atrium) kasları, karıncık (ventrikül) kaslarından daha incedir. Kulakçık kasları, gelen kanı karıncıklara pompalarken karıncık kasları, gelen kanı akciğere ve genel dolaşıma aktarır. Kalbin sağdaki odacıklarında kirli (oksijen yönünden fakir) kan, sol tarafında temiz (oksijen yönünden zengin) kan bulunur. Kulakçıklar ile karıncıklar arasında kanın pompalanması sırasında karıncıklardan kulakçıklara dönmesini önleyen tek yönlü kapakçıklar vardır. Sağ karıncık ile sağ kulakçık arasında **triküspit** kapakçık (üçlü kapakçık) bulunur. Sol karıncık ile sol kulakçık arasında ise **biküspit** kapakçık (ikili kapakçık; mitral kapakçık) vardır. Sağ karıncıktan çıkan akciğer atardamarı ile sol karıncıktan çıkan aortun kalpten çıktığı yerde yarım ay kapakçıkları bulunur. Bu kapakçıklar, kanın kalbe geri dönmesini engeller (Görsel 1.4.1).



Görsel 1.4.1: Kalbin yapısı

İskelet kası, somatik sinir sisteminden impuls almadıkça kasılmaz. Kalp kası, iskelet kasından farklı olarak kendiliğinden ritmik uyarılar oluşturup kasılabilir. Kalpte özelleşmiş uyarıcı ve iletici kas lifleri bulunur. Özelleşmiş lifler kalbin ritmik kasılmasından sorumludur.

Kalpte impulsu oluşturan iki düğüm ve impulsu taşıyan özel iletim demetleri vardır. Kalbin sağ kulakçığında dakikada 70-80 impuls üreten **sinoatriyal** (SA) düğüm bulunur. Bu düğümden çıkan impulslar kulakçıkların kasılmasını sağlar. SA düğümünden gelen impulslar **atrioventriküler** (AV) düğüme iletilir. AV düğümünden çıkan özel kas telcikleri **his demeti** adını alır ve karıncık duvarında dallanarak Purkinje liflerini oluşturur (Görsel 1.4.2). AV düğümünden iletilen impuls, his demeti ve Purkinje lifleri sayesinde karıncık kaslarının kasılmasını sağlar. Kalp kasılırken önce kulakçıklar sonra karıncıklar kasılır.



Görsel 1.4.2: Kalbin impuls iletimi

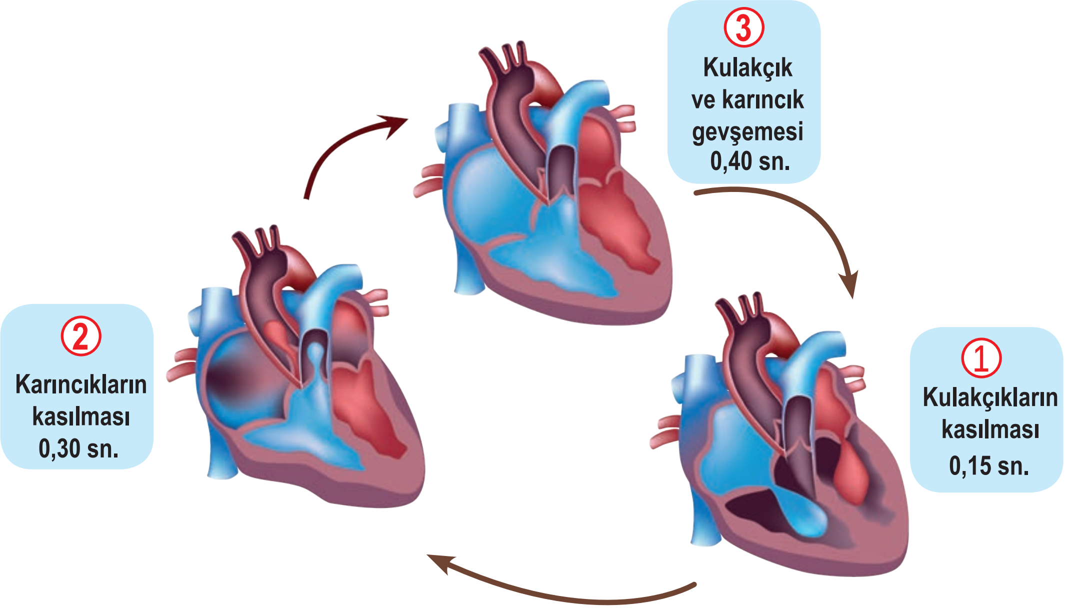
Kalbin çalışması sırasında impulsların izleri ve kalp kası üzerine etkileri elektrokardiyografi cihazlarıyla izlenebilir.

BİLGİLENİYORUM

Kalp kası düzenli aralıklarla kasılarak oksijeni azalmış kanı akciğerlere, oksijence zengin kanı vücuda pompalar. Kalbin pompa görevini sürdürebilmesi ve kan dolaşımını devam ettirebilmesi için ömür boyu ritmik şekilde kasılıp gevşemesi gerekir. Kalbin kasılması için gereken elektrokimyasal uyarı yine kalbin içinde üretilir. Kalp atışları arasındaki sürenin düzensizleşmesiyle kalp ritminin bozulmasına **aritmi** denir. Aritmi sırasında kalp hızı normal olabileceği gibi 60'ın altında (bradikardi) veya 100'ün üzerinde (taşikardi) olabilir. Kalp damarlarındaki tıkanıklık ve kalp kasındaki değişiklik aritmiye sıklıkla yol açan durumlardır. Kalbin jeneratörü konumunda olan sinoatriyal düğümdeki işlevsel bozukluk nedeniyle düzenli sinyal oluşmaması veya burada üretilen sinyallerin kalbin alt tarafındaki karıncıklara iletilememesi (AV blok) en sık karşılaşılan ritim bozukluğu nedenleridir.

Kalp atışının atardamarlardan hissedilmesine **nabız** denir. Sağlıklı yetişkin bir insanda dakikada 60-80 kez hissedilen nabız, kalbin çalışması sırasında kendi ürettiği impuslar dışında otonom sinirlerin ve bazı hormonların etkisi altındadır. Otonom sinirlerden olan vagus sinirinden salgılanan asetilkolin kalbin impuls oluşturma ritmini yavaşlatır. Adrenalin, noradrenalin ve tiroksin hormonu kalbin çalışmasını hızlandırır. Kandaki karbondioksit (CO_2) miktarının ve vücut sıcaklığının artması, kafein, tein gibi maddeler kalbin çalışmasını hızlandıran etmenlerdir. Gün içerisinde aşırı miktarda çay ve kahve tüketen bireylerde kalp atım hızı yüksektir.

Kalbin her atışı 1 sn. den daha kısa sürer. Yaklaşık 0,85 sn. süren her atımda kalp kasılır (sistol), gevşer (diastol) ve dinlenir. Kulakçıkların kasılması (1) yaklaşık 0,15 sn. iken karıncıklar 0,30 sn. kasılır (2). Geri kalan sürede (0,40 sn) kulakçık ve karıncık gevşer, kalp dinlenir (3). Kalp, her kasılmada yaklaşık 70 ml. kanı pompalar (Görsel 1.4.3).


③
Kulakçık ve karıncık gevşemesi 0,40 sn.
②
Karıncıkların kasılması 0,30 sn.
①
Kulakçıkların kasılması 0,15 sn.

Görsel 1.4.3: Kalpte kanın pompalanması

Karıncıklardaki kasılmaların ve gevşemelerin yarattığı basınç atardamarlarda hissedilebilir. **Tansiyon** adı verilen bu basınç, tansiyon ölçüm aletleriyle ölçülebilir (Görsel 1.4.4). Sağlıklı bir insanda kasılma basıncı 120 mmHg iken (büyük tansiyon), gevşeme basıncı 80 mmHg'dir (küçük tansiyon). Bu değerler bireysel farklılıklara ve ortam koşullarına göre değişiklik gösterebilir.

Kalp kapakçıklarının yapısı doğuştan ya da bir enfeksiyona bağlı olarak bozuk olursa kan kulakçıklara doğru geri dönebilir. Bu durum **kalp üfürümü** olarak adlandırılır. Kapakçıktaki bozukluk sağlığı tehlikeye düşürecek orandaysa kapakçık ameliyatla değiştirilebilir.

Görsel 1.4.4: Tansiyon ölçümü

ETKİNLİK 2

Etkinliğin Adı

Memeli kalbinin incelenmesi

Etkinliğin Amacı

Kalbin yapısını kavramak ve bölümlerini göstermek.

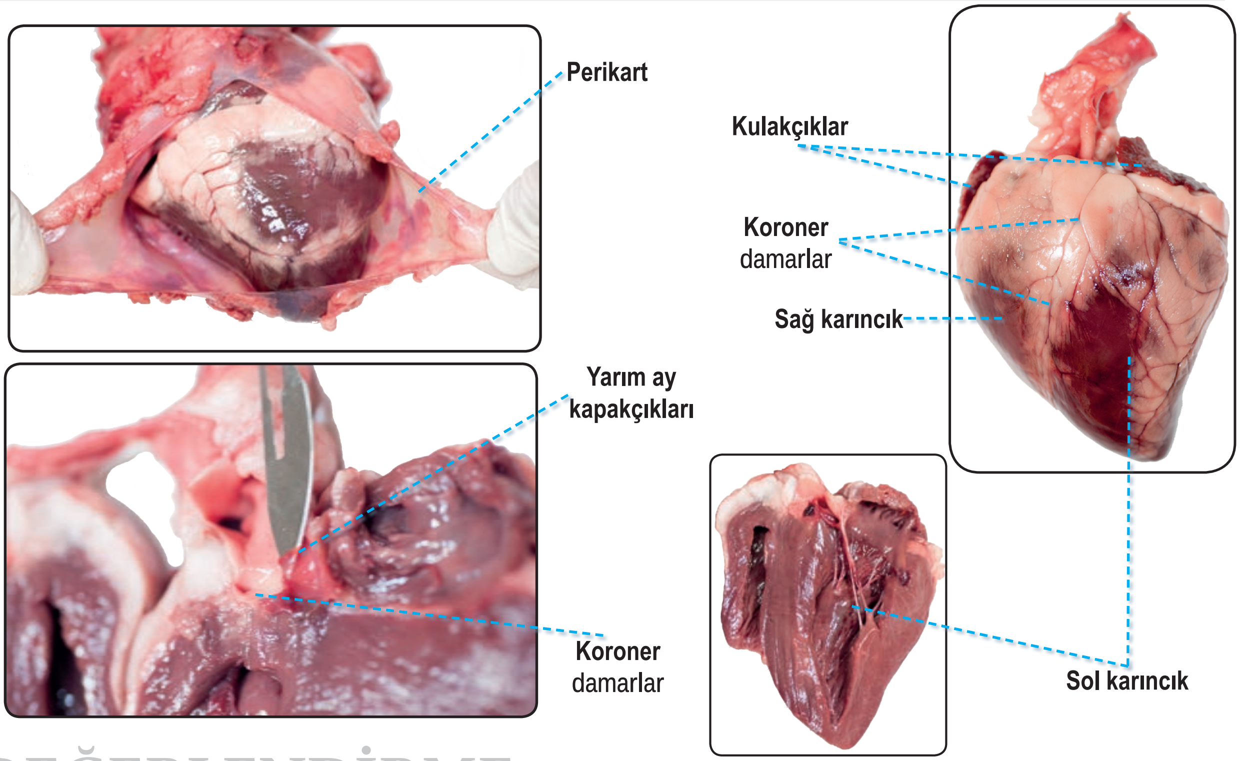
Kullanılan Araç Gereç

Koyun ya da dana kalbi, bisturi, diseksiyon küveti, makas, steril eldiven

UYGULAMA

Süre: 1 ders saati

1. Koyun ya da dana kalbi temin ediniz.
2. Eldiven kullanarak kalbi diseksiyon küvetine alınız.
3. Kalbin etrafını saran perikart tabakasını inceledikten sonra perikartı kalpten ayırarak kalbin dış görünüşünü inceleyiniz.
4. Kalbi boydan ayıran yağ tabakasından karıncıkların yerini tespit ediniz.
5. Kalpten çıkan damarları inceleyiniz.
6. Aort atardamarını bir makasla sol karıncığa doğru kesiniz. Yarım ay kapakçıklarını inceleyiniz.
7. Kalbi bisturi yardımıyla sol karıncık hizasından sağ karıncığı ve sağ kulakçığı keserek ayırınız.
8. Kulakçıklar ile karıncıklar arasındaki kapakçıkları ve kalp odacıklarındaki kas tabakasını inceleyiniz.
9. Koroner damarları inceleyiniz.
10. Görseldeki kalp ile kestiğiniz kalbi karşılaştırınız.
11. Aşağıdaki değerlendirme sorularını yanıtlayınız.

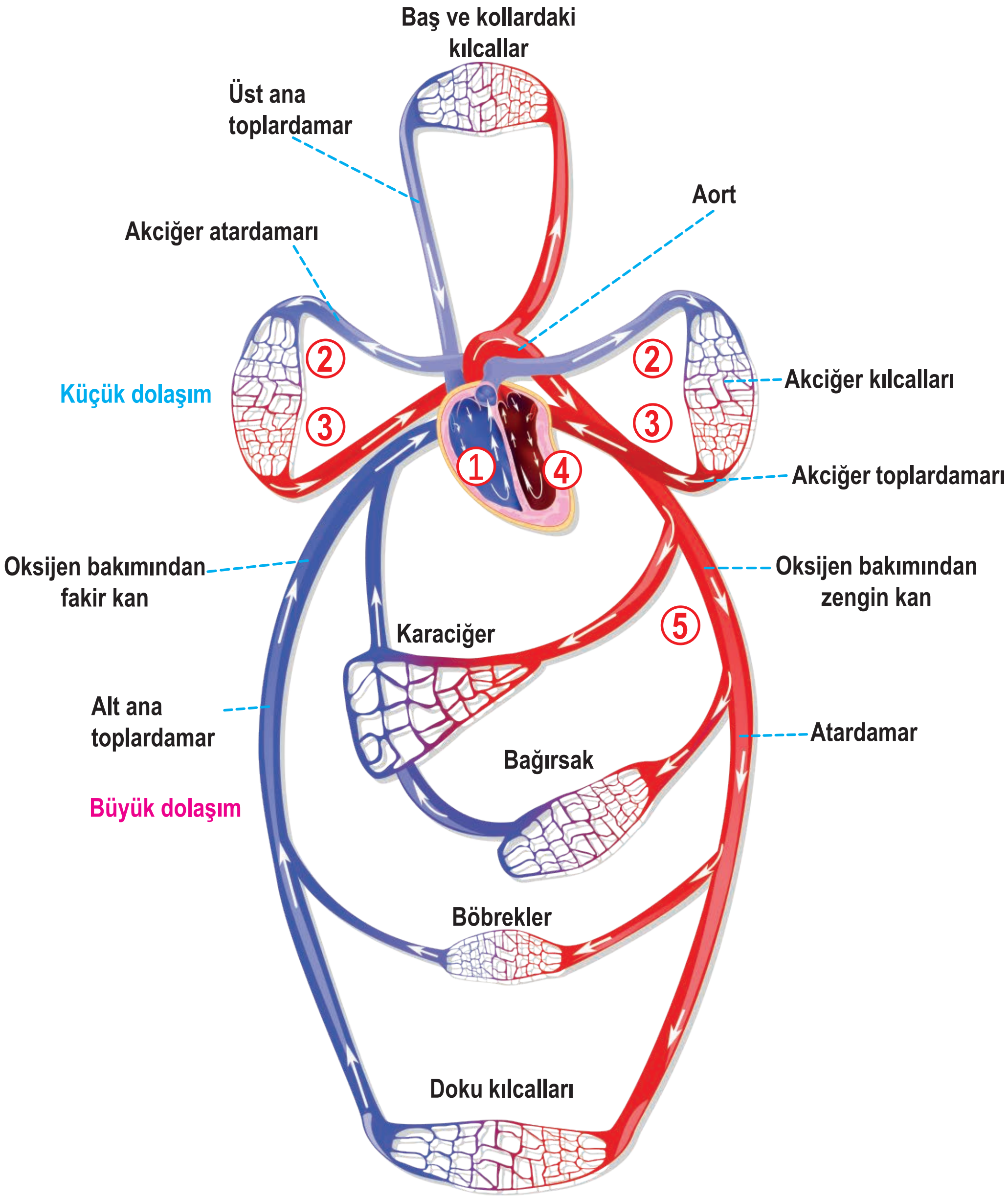


DEĞERLENDİRME

1. Kulakçıkları ve karıncıkları gösterip isimlerini söyleyiniz.
2. Kirli kan ve temiz kanın bulunduğu odacıkları gösteriniz.
3. Kulakçıklar ve karıncıklar arasındaki kapakçıkları gösteriniz, kapakçıkların isimlerini söyleyiniz.
4. Akciğer atardamarını ve aortu gösteriniz. Hangisinin temiz kanı, hangisinin kirli kanı taşıdığını söyleyiniz.
5. Kalbin kasılma sinyallerinin nereden başlayıp nasıl yayıldığını gösteriniz.

DAMARLAR

Damarların görevi kanı taşımaktır. Vücutta toplardamar, atardamar ve kılcal damar olmak üzere üç çeşit kan damarı vardır. Kanı kalbe getiren damarlara **toplardamar**, kalpten kanı götüren damarlara **atardamar** denir. Genellikle toplardamarda oksijen bakımından fakir kan bulunur ancak akciğer toplardamarı oksijen bakımından zengin kan taşır. Genellikle atardamarlarda oksijen bakımından zengin kan bulunurken akciğer atardamarı oksijence fakir kanı akciğerlere taşır. Alt ve üst ana toplardamarlardan sağ kulakçığa gelen kirli kan, sağ karıncığa geçer **(1)**. Buradan akciğer atardamarıyla akciğere gönderilen kan **(2)** temizlenip akciğer toplardamarıyla **(3)** sol kulakçıktan kalbe geri döner. Küçük dolaşımla sol karıncığa geçen kan **(4)**, aort ana atardamarı **(5)** sayesinde büyük dolaşımla tüm vücuda gönderilir (Görsel 1.4.5).


Baş ve kollardaki kılcallar
Üst ana toplardamar
Aort
Akciğer atardamarı
Küçük dolaşım
②
③
①
④
②
③
Akciğer kılcalları
Akciğer toplardamarı
Oksijen bakımından fakir kan
Oksijen bakımından zengin kan
Karaciğer
⑤
Alt ana toplardamar
Atardamar
Bağırsak
Büyük dolaşım
Böbrekler
Doku kılcalları

Görsel 1.4.5: Küçük kan dolaşımı ve büyük kan dolaşımı

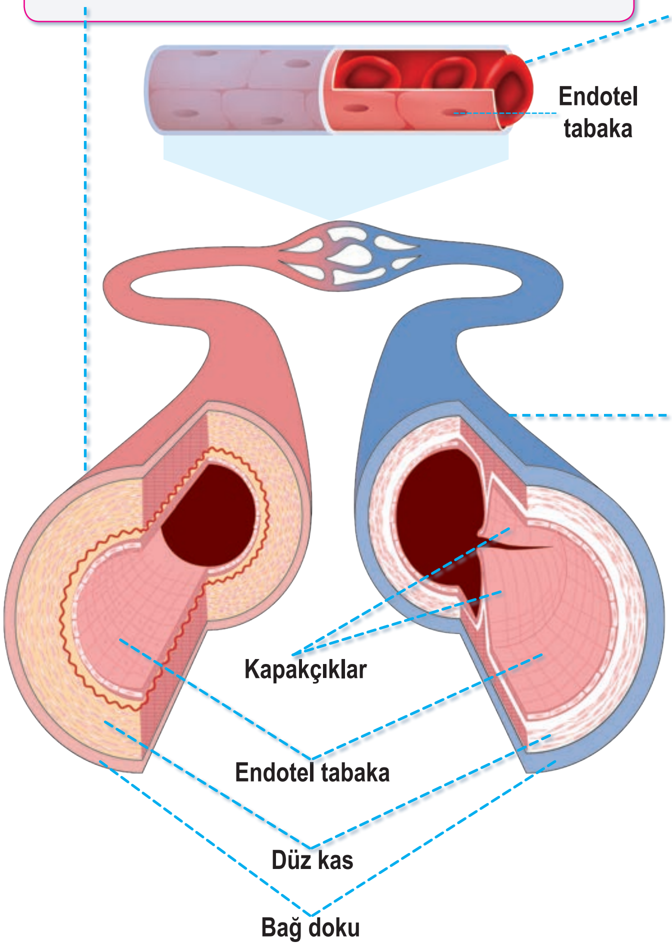
Kalp kası, kalbin içinde bulunan oksijenden doğrudan yararlanamaz. Aorttan dallanan koroner arter damarlar kalbi besleyen damarlardır. Kalbin pompaladığı tüm kanın yaklaşık %10'u kalbin beslenmesi için kullanılır. Kalple pompalanan kan, damarlar sayesinde vücutta kapalı bir sistem içinde dolaşır. Dokular ile kan arasındaki iki yönlü difüzyonla maddeler gerekli yerlere taşınır.

Atardamar ve toplardamar üç katmanlı bir duvar yapısına sahiptir. En dışta kollajen ve elastik liflerden oluşmuş bir bağ doku bulunur. Ortada elastik lifler ve düz kaslar içeren orta tabaka vardır. En içte ise yassı epitel hücrelerinden oluşan endotel bulunur (Görsel 1.4.6).

Atardamarlar

Kalpten çıkan oksijence zengin olan kanı doku ve organlara taşır. Atardamarlar genellikle kan sağladığı organa göre adlandırılır. Örneğin böbreğe kan getiren damara **böbrek atardamarı**, akciğere kan getiren damara **akciğer atardamarı** denir.

Atardamarlarda kan basıncı diğer damarlara göre daha yüksektir. Yüksek basınçtan zarar görmemesi için düz kas tabakasında fazlaca elastik lif bulunur. Kan atardamarlarda kalpten çıkarken oluşan basıncın etkisiyle vücutta taşınır.



Görsel 1.4.6: Damarların yapısı

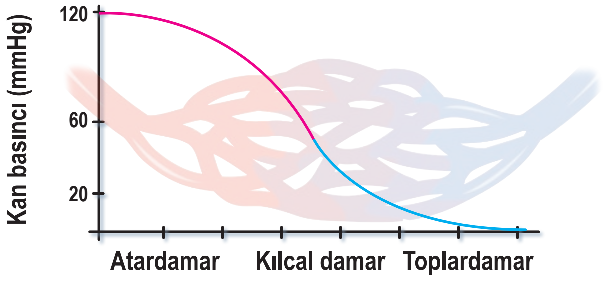
Kılcal Damarlar

Atardamarlar ile toplardamarlar arasında bulunan, doku ve organları besleyen damarlardır. Sadece endotel tabakadan oluşmuştur. İki yönlü difüzyonla madde alışverişi bu damarlarla sağlanır. Kan akış hızı diğer damarlara göre yavaştır. Bir kılcal damarın enine kesit alanı yaklaşık bir atardamardan 500 kat, bir toplardamardan 600 kat daha küçüktür. Bir atardamar, çok sayıda kılcal damara dallandığından kılcal damarların enine kesitlerinin toplam alanları, atardamarlara ve toplardamarlara göre daha büyüktür. Kılcal damarlar diğer damarlardan daha fazla yüzey alanına sahiptir.

Toplardamarlar

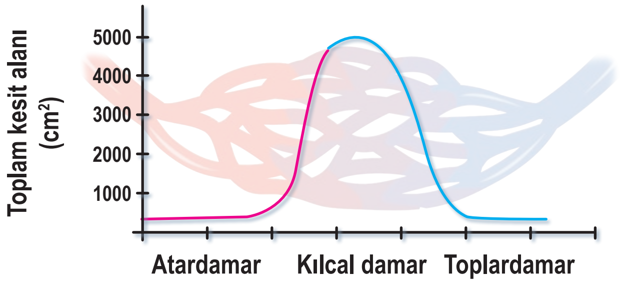
Doku ve organlardan aldığı kanı kalbe taşıyan damarlardır. Kapı toplardamarı, kanı kalbe değil karaciğere iletir. Toplardamarlarda elastiki lifler ve düz kas miktarı atardamarlardan daha azdır. Toplardamarların çapı atardamarlardan daha büyüktür. Kan akış hızı yavaştır. Genellikle çıktığı doku adı ya da organ adıyla isimlendirilirler. Örneğin böbrekten çıkan kan böbrek toplardamarıyla taşınır. Çapı 1 mm'den büyük olan toplardamarlarda genellikle kapakçıklar bulunur. Vücudun kalpten aşağıda olan bölümlerinde kan, bu kapakçıklar sayesinde geriye kaçmadan tek yönlü taşınır. İskelet kaslarının kasılıp gevşemesi, kalpteki kulakçıkların gevşemesiyle oluşan negatif basınç, göğüs kafesindeki basınç değişmeleri ve atardamarlara pompalanan kanın itilmesi kanın toplardamarlarda taşınmasında etkilidir. Kan, kalp seviyesinin üstündeki toplardamarlarda yer çekiminden dolayı kalbe geri döndüğü için bu toplardamarlarda kapakçık bulunmaz.

Yetişkin bir insandaki yaklaşık 5 litre kanın 3 litresi toplardamarlarda, 1 litresi atardamarlarda, 1 litresi ise kılcal damarlarda ve kalpte bulunur. Damarların kan basınçları (Grafik 1.4.1), toplam kesit alanları (Grafik 1.4.2) ve kan akış hızları (Grafik 1.4.3) birbirinden farklıdır.



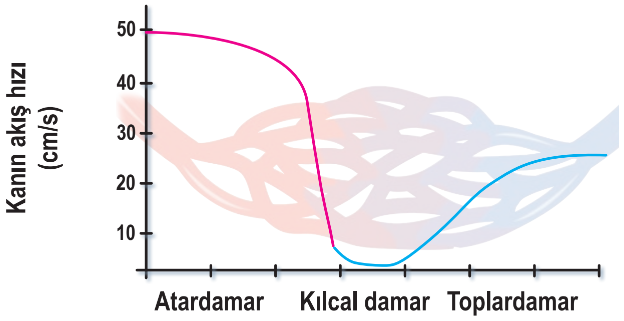
Grafik 1.4.1: Damarların kan basıncı

Damarlar arasında kan basıncının en yüksek olduğu damar aorttur. Aorttan dallanan diğer atardamarlarda kan basıncı kılcal damarlara ve toplardamarlara oranla daha yüksektir. Doku kılcal damarlarında kan basıncı kısmen düşse de toplardamarlarda daha düşüktür.



Grafik 1.4.2: Damarların toplam kesit alanı

Dokular etrafındaki kılcal damarların vücutta kapladığı alan atardamara ve toplardamara göre daha fazladır. Bundan dolayı damarların vücuttaki toplam kesit alanları dikkate alındığında kılcal damarların toplam kesit alanı diğerlerine oranla daha fazladır.

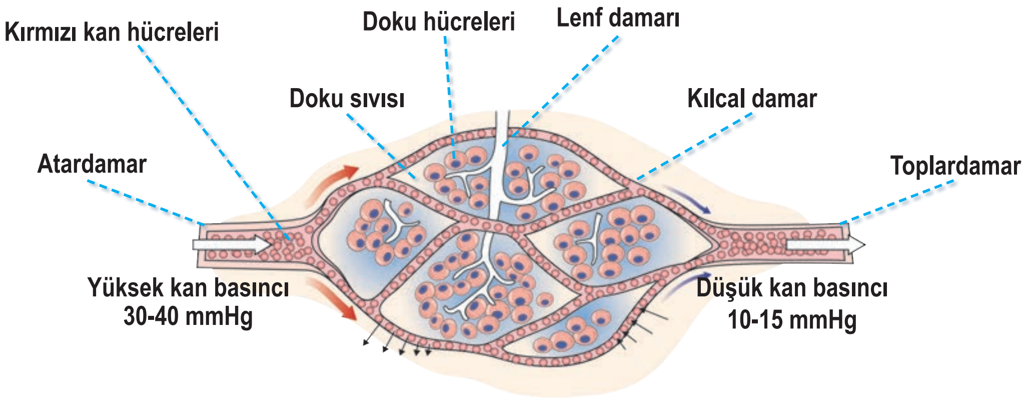


Grafik 1.4.3: Damarlardaki kanın akış hızı

Kalpten pompalanan kanın damarlar içindeki akış hızı atardamarlarda diğer damarlardaki akış hızından daha yüksektir. Kılcal damarlarda kanın akış hızı azalır. Bu olay doku sıvısı ve kan arasındaki madde geçişine yardımcı olur.

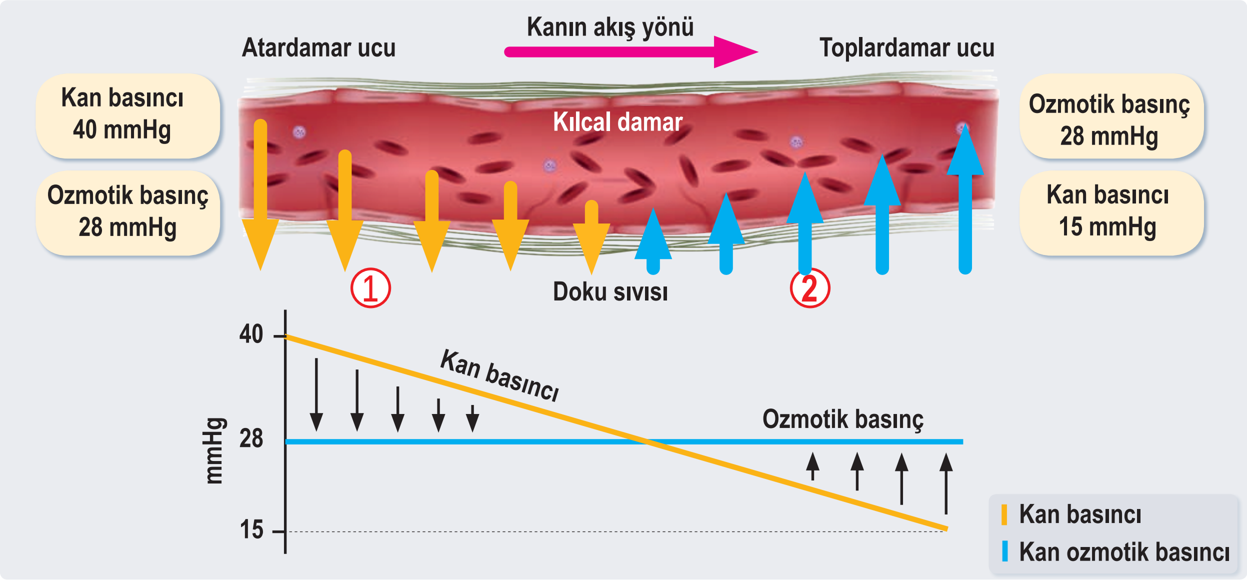
Kan ile Doku Sıvısı Arasındaki Madde Değişimi

Dokuları oluşturan hücreler doku sıvısı içinde bulunur. Damarlardaki kan ile doku sıvısı arasında basınca ve emme kuvvetine dayalı madde geçişleri olur (Görsel 1.4.7). Oksijen, karbondioksit, tuzlar, glikoz, amino asitler, laktik asit, üre gibi maddeler kılcal damarlardan geçebilir. Plazma proteinlerinin kılcal damarlardan geçişi güçlükle gerçekleşirken alyuvarlar doku sıvısına geçemez. Kılcal damarların atardamar ucunda kan basıncı yüksekken (yaklaşık 30-40 mmHg) toplardamar ucunda kan basıncı düşüktür (yaklaşık 10-15 mmHg). Kanın kılcal damarların içindeki proteinlerden kaynaklanan ozmotik basıncı damar boyunca sabittir (yaklaşık 28 mmHg). Bu sabitliğin nedeni protein geçişinin kılcal damarlardan doku sıvısına güçlükle ve basıncı etkilemeyecek kadar az gerçekleşmiş olmasıdır.


Kırmızı kan hücreleri
Doku hücreleri
Lenf damarı
Doku sıvısı
Kılcal damar
Atardamar
Toplardamar
Yüksek kan basıncı
30-40 mmHg
Düşük kan basıncı
10-15 mmHg

Görsel 1.4.7: Madde geçişi

Kılcal damarların atardamar ucundaki kan basıncı, ozmotik basınçtan yüksektir ve damar boyunca kan basıncı giderek düşer. Kılcal damardan doku sıvısına geçen madde miktarı, doku sıvısından kılcal damara geçen madde miktarından daha fazladır **(1)**. Kılcal damarın toplardamar ucundaki kan basıncı, ozmotik basınçtan düşüktür. Doku sıvısından kılcal damara doğru geçen madde miktarı, kılcal damardan doku sıvısına doğru geçen madde miktarından fazladır **(2)**. Starling görüşüyle açıklanan bu madde geçişinde doku sıvısına geçen madde miktarı kılcala geri dönen madde miktarından daha fazladır (Görsel 1.4.8). Az miktarda da olsa dengesizliğe yol açan bu durum lenf sistemiyle çözülür. Bu maddeler lenf sistemiyle sonradan kan dolaşımına katılır.


Kanın akış yönü
Atardamar ucu
Toplardamar ucu
Kan basıncı
40 mmHg
Ozmotik basınç
28 mmHg
Kılcal damar
Ozmotik basınç
28 mmHg
Kan basıncı
15 mmHg
①
Doku sıvısı
②
40
28
15
mmHg
Kan basıncı
Ozmotik basınç
Kan basıncı
Kan ozmotik basıncı

Görsel 1.4.8: Kılcal damarlar ile doku sıvısı arasında net madde geçişi

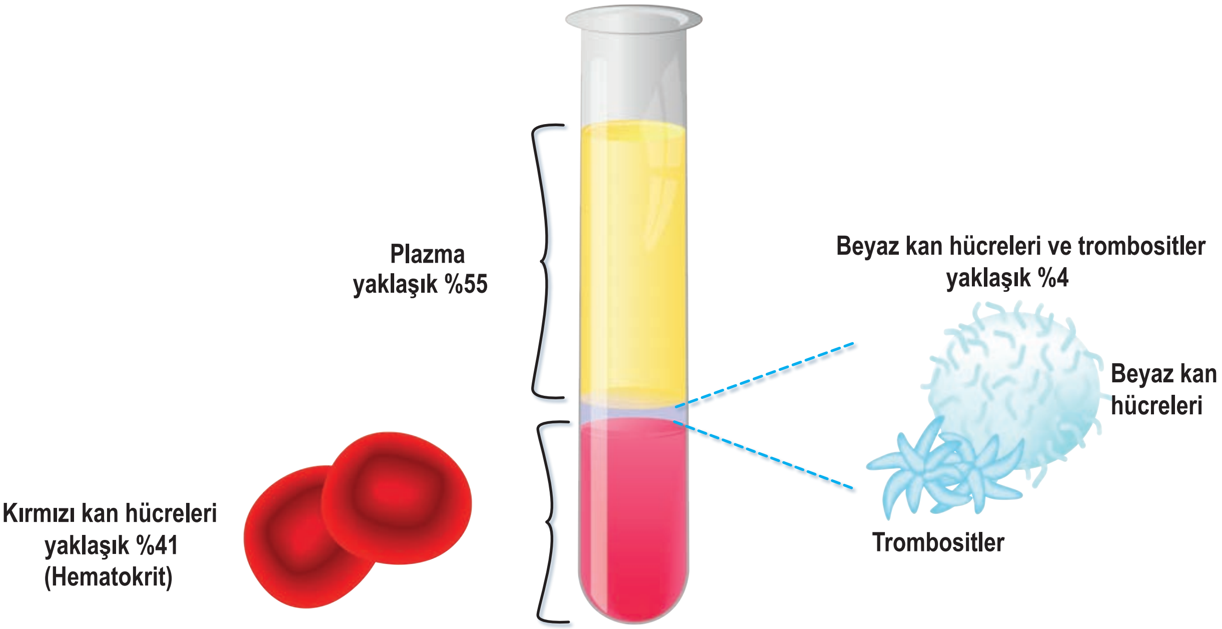
KAN

Kan doku, vücutta damar içinde dolaşan hücrelerden ve kan adı verilen tek yönlü akan sıvıdan oluşur. Kan doku, kan hücreleri ve plazma olmak üzere iki bölümde incelenir. Pıhtılaşması önlenmiş kan, santrifüj edilecek olursa kanın şekilli elemanları olan hücreler ağırlıkları nedeniyle tüpün tabanına çöker. Üstte kan plazması adı verilen kısım kalır. Çöken hücrelerin büyük kısmını alyuvarlar oluşturur. Kanın yaklaşık %41'i alyuvarlardan oluşur. Hematokrit değeri (HCT: kandaki alyuvarların yüzdesi) denilen bu değer bazı hastalıkların tanısında kullanılabilir. Kanın hücresel elemanlarının ve plazma kısmının oranı; yaş, cinsiyet ve başka faktörlere bağlı olarak değişebilir. Alyuvarların üzerinde alyuvarları plazmayla ayıran yaklaşık %4'lük kısım akyuvarları ve kan pulcuklarını içerir (Görsel 1.4.9).

Kanın taşıma, koruma, düzenleme ve savunma gibi başlıca dört görevi vardır. Kan ilgili doku ve organlara oksijeni, karbondioksidi, metabolik atıkları, kullanılan ilaçları ve hormonları taşır. Pıhtılaşma mekanizmalarıyla hasar gören damardan kan kaybının önlenmesini sağlar. Vücudun su, elektrolit ve pH dengesinin sağlanmasında etkilidir. Mikroorganizma ve hastalıklara karşı vücudun savunulmasında etkili olur. Yetişkinlerde vücut ağırlığının yaklaşık %7'si kan hacmini oluşturur. Kanın optimum pH'ı 7,4 olup çok dar sınırlar (7,0-7,8) içinde değişebilir.

Önemli !

Farklı yoğunluklara sahip olan çözelti içindeki maddeleri ağırlıklarına göre çöktürmeye **santrifüj** denir.



Görsel 1.4.9: Kanın içeriği

Kan Plazması

Kan plazmasının yaklaşık %90'ını su, geri kalan kısmını kan plazması proteinleri, amino asitler, vitaminler, hormonlar gibi organik bileşikler ve inorganik tuzlar oluşturur. Kan plazması ile doku sıvısının iyon bileşimi benzerdir. Kan plazması ile doku sıvısı arasındaki en önemli fark kan plazmasındaki yüksek protein yoğunluğudur.

Kan pıhtılaşırsa kan plazmasındaki pıhtılaşma faktörleri denen proteinler plazmadan ayrılır. Oluşan pıhtının üstündeki sarı renkli berrak sıvıya **kan serumu** denir.

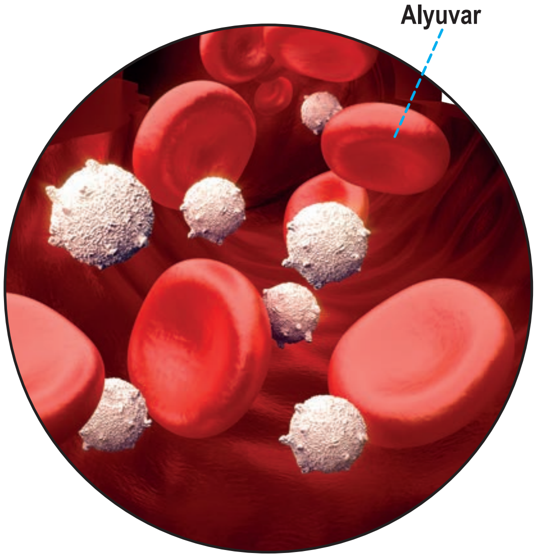
Kan plazmasında bulunan maddeler ve bu maddelerin görevleri Tablo 1.4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 1.4.1: Kan Plazmasının İçeriği

Kan Plazmasında Bulunan Maddeler	Görevi
Su	Taşıma, çözücü
Kalsiyum, sodyum, potasyum, magnezyum, bikarbonat gibi iyonlar	Ozmotik basınç ve pH dengesinin ayarlanması
Plazma proteinleri	
• Fibrinojen	Pıhtılaşma
• Albumin	Ozmotik basınç ve pH dengesinin ayarlanması
• Antikorlar	Savunma
• Histamin	Kılcal damar geçirgenliğinin ayarlanması
Taşınan maddeler : Heparin, oksijen, hormonlar, glikoz, amino asit gibi besin monomerleri, vitaminler, metabolik atıklar, CO_2, üre vb.	

Kanın Hücresel Elemanları

Kanda alyuvar (eritrosit), akyuvar (lökosit) ve kan pulcuğu (trombosit) olmak üzere üç çeşit hücresel eleman vardır. Kanın hücresel elemanları solunum gazlarının taşınmasında, bağışıklıkta ve kanın pıhtılaşmasında rol alır.



Görsel 1.4.10: Alyuvarlar

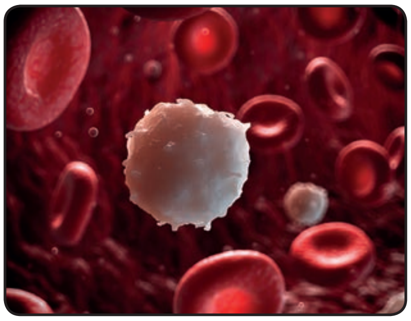
Alyuvarlar (Eritrositler/Kırmızı Kan Hücreleri): Akciğerlerden dokulara oksijen, dokulardan akciğerlere karbondioksit taşır. Sağlıklı bir erkekte 1 mm^3 kanda 5-6 milyon, sağlıklı bir kadında ise 4-5 milyon alyuvar bulunur (Görsel 1.4.10). Yükseğe çıkıldıkça atmosferdeki oksijen miktarı azalır. Bu nedenle birim zamanda vücudun gerek duyduğu oksijeni karşılamak için yüksek yerlerde yaşayanlarda alyuvar sayısı daha fazladır.

Embriyonik dönemde alyuvar; dalak, lenf düğümleri ve karaciğerde üretilir. Hamileliğin son ayında ve sonrasında kırmızı kemik iliğinde alyuvar üretilir. Böbrekten %90 ve karaciğerden %10 salgılanan eritropoietin hormonu alyuvar yapımını uyarır. Alyuvarlar üretildikten birkaç gün sonra çekirdeklerini ve diğer organellerini kaybederek iç bükey disk şeklini alır. Alyuvarlar oksijen taşınmasında görev alan yaklaşık 250 milyon hemoglobin molekülü içerir. Kan kaybı, yetersiz alyuvar üretimi, alyuvar yıkımının fazla olması gibi nedenler anemiye yol açabilir. Anemik bireylerde vücuda yeterli oksijen gitmediğinden soluk cilt, baş ağrısı, baş dönmesi, nefes darlığı gibi belirtiler ortaya çıkabilir.

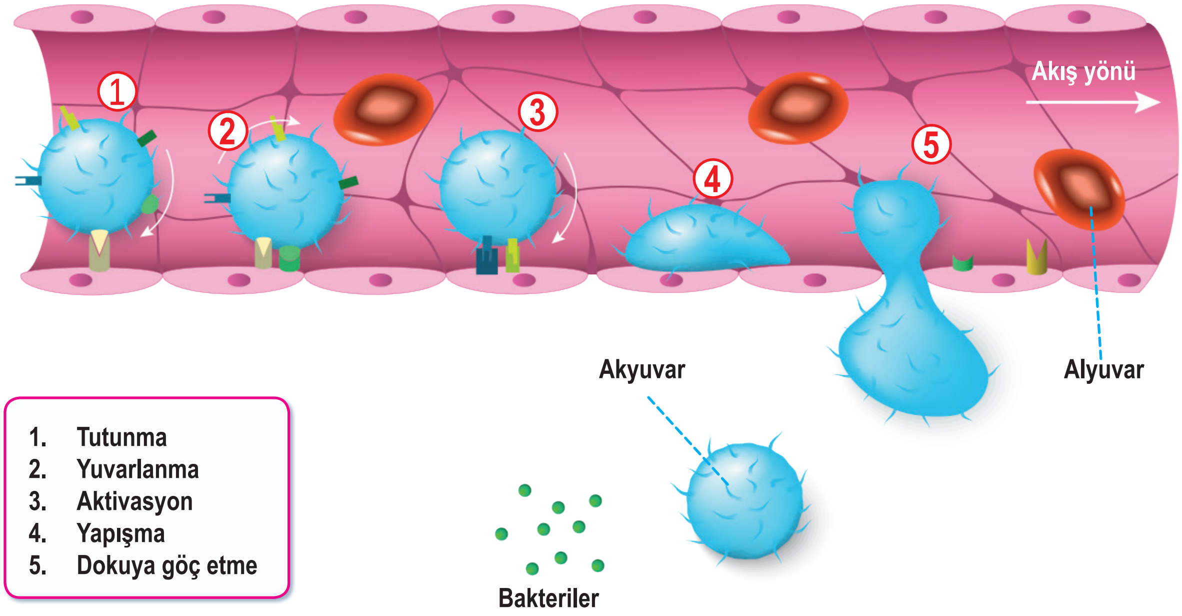
Alyuvarlar için enerjinin kaynağı anaerobik yolla laktik asite dönüştürülen glikozdur. Alyuvarların çekirdeği ve organeli olmadığı için ortalama 120 günlük ömürleri vardır. İşlevini yitiren ya da yaşlanan alyuvarlar dalakta ve karaciğerde parçalanır.

Akyuvarlar (Lökositler/Beyaz Kan Hücreleri): Vücudu çeşitli enfeksiyonlara ve toksik maddelere karşı korur. Savunma sisteminde görev alır. Yetişkin bir insanda akyuvar (Görsel 1.4.11) sayısı 1mm^3 kanda ortalama 5-10 bin arasında değişir. Çocuklarda akyuvar sayısı yetişkinlere oranla fazla olabilir.

Akyuvarların sayısı, herhangi bir doku ve organda enfeksiyon oluştuğunda artar. Akyuvarlar, kısmen kemik iliğinde kısmen de bademcik, dalak gibi lenf dokusunda üretildikten sonra ihtiyaç duyulan dokuya kanla taşınarak işlevini gerçekleştirir (Görsel 1.4.12). Akyuvarların yaşam süresi, çeşitlerine göre birkaç saatten birkaç güne kadar değişebilir.



Görsel 1.4.11: Akyuvarlar



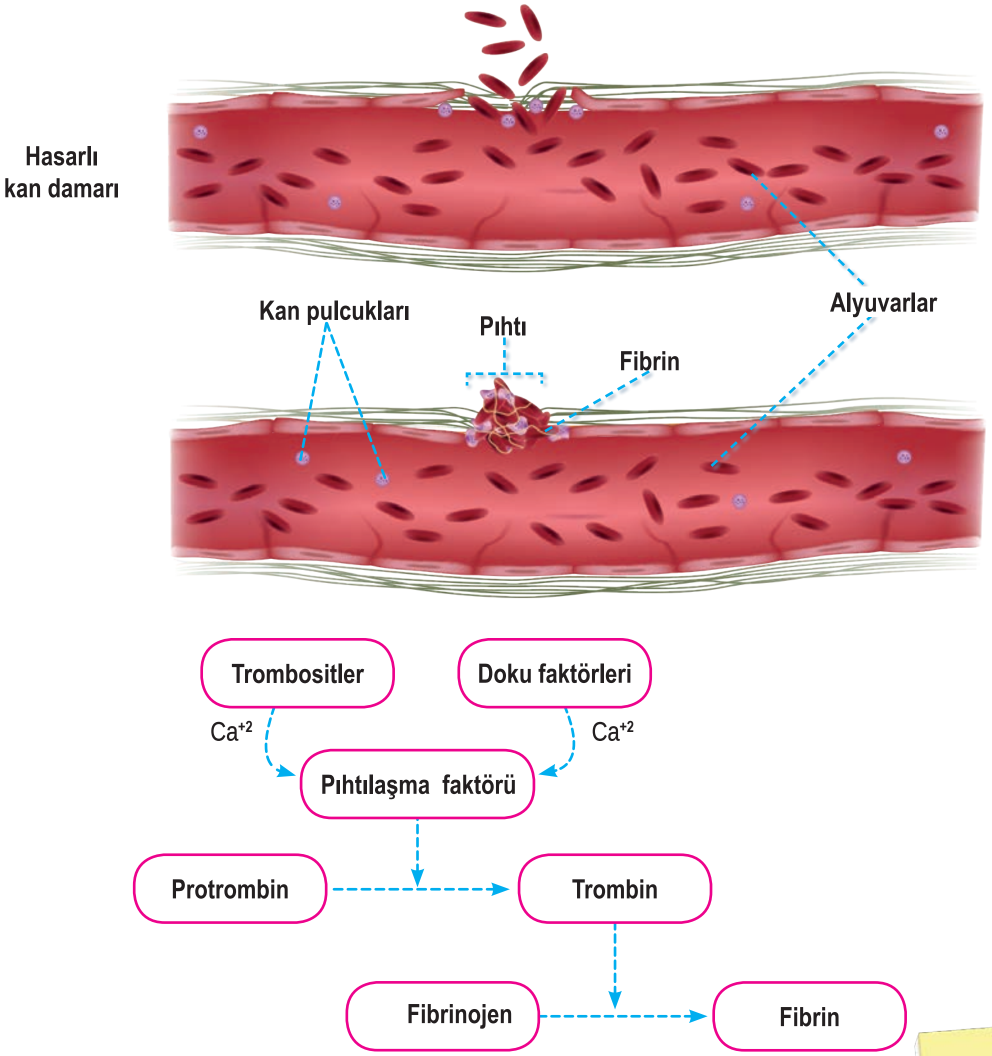
Görsel 1.4.12: Akyuvarların kılcal damarlardan geçişi

Akyuvarlar, vücudun savunmasında iki şekilde görev alır. Bazı akyuvarlar enfeksiyon etkenlerini fagositozla doğrudan yok eder. Bazıları ise enfeksiyon etkenlerine karşı **antikor** denilen özel proteinler sentezler. Akyuvarların çeşidi çoktur. Akyuvarlar diğer kan hücrelerinden farklı olarak çekirdeğe sahiptir. Akyuvar çeşitlerinden olan B ve T lenfositler vücudun savunmasında görev alır. Timüs bezinde olgunlaşan **T lenfositler** doğrudan mikroorganizmalara saldırırlar (bk. Hücresel bağışıklık). Kemik iliğinde olgunlaşan **B lenfositler** ise bakteri ve virüse karşı antikor sentezleyerek onları etkisiz hâle getirir (bk. Humoral bağışıklık).

Kan Pulcukları (Trombositler): Kemik iliğinde oluşan megakaryosit denilen hücreler parçalanarak trombositleri oluşturur. Parçalanmış hücre parçacığı olduğu için trombositlerin çekirdekleri yoktur. 1mm^3 kanda ortalama 250-400 bin kadar trombosit bulunur. Trombositler yaklaşık her on günde bir yenilenir. Trombositler, kan pıhtılaşmasını başlatmada önemli rol oynayarak küçük yaralanmalarda kan kaybını önler.

Bir damarın duvarı zarar gördüğünde pıhtılaşma başlar. Pıhtılaşmada trombositler yapışkan kümeler hâlinde zarar gören bölgeye kısa sürede tutunup açıklığı kapatır. Buna **trombosit tıkacı** denir.

Ayrıca trombositler, aktifleştirici maddelerle protrombini aktif trombin hâline getirir. Trombin ise plazma proteinlerinden fibrinojeni ipliksi yapıdaki aktif fibrin hâline dönüştürür. Fibrin molekülleri kalın bir ağ oluşturarak kan hücreleriyle hasarlı bölgeyi tıkar (Görsel 1.4.13).



Görsel 1.4.13: Kesilen damarda pıhtı oluşması

Kanda kanın pıhtılaşmasını sağlayan birçok maddenin yanı sıra yeterince Ca^{+2} iyonunun da bulunması gerekir. Pıhtılaşma faktörleri denilen organik moleküllerden birinin eksik olması kanın pıhtılaşma süresini olumsuz etkileyebilir.

X kromozomuna bağlı kalıtılan hemofili hastalığı çeşitlerinde kanın pıhtılaşmasından sorumlu faktörlerden bazıları eksik ya da yanlış sentezlenmektedir. Hemofili hastalarında uzun süren kanama görülür.

Önemli !

K vitamini, kan pıhtılaşmasında görevli protrombinin karaciğerde sentezi için gereklidir. K vitamini eksikliğinde protrombin sentezlenemediği için kanama eğilimi artar.

Kan Grupları

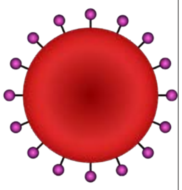
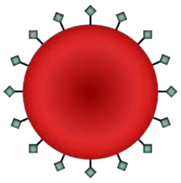
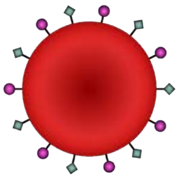
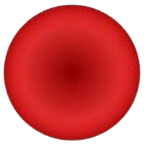
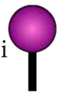
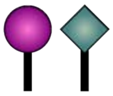
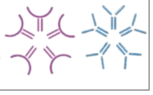
Kırmızı kan hücrelerinin hücre zarı yüzeylerinde her biri antijen-antikor reaksiyonlarına yol açabilen yüzlerce farklı antijen bulunur. ABO grubu antijenleri ve Rh sistemi antijenleri antijen-antikor reaksiyonlarına diğerlerinden daha sık sebep olur.

Alyuvar zarları üzerinde bulunan A ve B tipi antijenler, özgül antikorlarla bağlandıklarında kan hücrelerinin kümeleşmesine neden olur. İnsanlarda bu antijenlerden sadece biri ya da her ikisi bulunabildiği gibi hiçbiri de bulunmayabilir. A veya B antijeninin ikisinin de bulunmaması durumunda kan grubu O grubudur. Sadece A antijeni varsa A grubu, sadece B antijeni varsa B grubu, A ve B antijeni birlikte varsa AB grubudur. Günümüzde insanların %47'si O grubu, %41'i A grubu, %9'u B grubu, %3'ü AB grubu kana sahiptir.

Vücut, doğumdan 2-8 ay sonra kişinin alyuvarları üzerindeki antijenlere göre antikor üretmeye başlar. Alyuvarda A antijeni yoksa plazmada Anti-A antikoru üretilir. B antijeni yoksa Anti-B antikoru, hiçbiri yoksa hem Anti-A hem Anti-B antikoru üretilir. İkisi de varsa plazma antikor içermez.

Tablo 1.4.2'de ABO kan grubu sisteminin yapısı görülmektedir.

Tablo 1.4.2: ABO Kan Grubu Sistemi Antijen ve Antikorları

Grup	A	B	AB	O
Alyuvar Tipleri				
Alyuvar Zarındaki Antijenler	A Antijeni 	B Antijeni	AB Antijeni 	Yok
Plazmadaki Antikorlar	Anti-B	Anti-A	Yok	Anti-A ve Anti-B 

A ve B antijenlerinden farklı olarak alyuvar zarı üzerinde Rh faktörü antijenleri de bulunabilir. En yaygın Rh faktörü antijen D'dir. Bu antijene sahip bireyler, **Rh pozitif** olarak adlandırılırken antijen bulundurmayanlar **Rh negatif** olarak adlandırılır. Rh negatif bireylerin plazmasında üretilecek Anti-D antikorları, Rh antijeniyle ilk karşılaşmadan itibaren sentezlenir.

Kan nakli, bireyin alyuvarlarında antijen; plazmasında antikor bulundurmasına göre yapılır. Herhangi bir antijene sahip bireyin kanı, buna karşı antikor içeren bireye verilmemelidir. Genellikle bireyler, kendi kan grubundan olan bireylerden kan alabilir. Bir kişiye kendi kan grubundaki antikorlarla reaksiyona girecek başka gruptan bir kan verilirse kanında aglütinasyon (çökelme) başlar. Çökelen kan, damarları tıkar ve alyuvarların parçalanması sonucu alyuvar sayısı hızla azalır ve hemoglobin plazmada artar. Böbrek damarları daralır ya da tıkanır, akut böbrek yetmezliği ortaya çıkar. Hemoglobinin yıkılması sonucu bilirubin ortaya çıkar. Bilirubinin vücuttan atılmasında meydana gelen yavaşlama sonucu sarılık oluşur. Bu durum genellikle yeni doğan bebeklerde fizyolojik sarılık olarak görülür.

OKUMA PARÇASI

İBN NEFS

İbn Nefs, temsilî resmi (1213-1288)

13. yy.'da yaşamış dönemin meşhur hekimlerinden İbn Nefs küçük kan dolaşımını tespit etmiştir. Eserlerinin pek çoğunu hiçbir kitabın yardımına ihtiyaç duymadan yazdığı söylenilen İbn Nefs, özgün düşünceye ve engin bilgiye sahip bir bilim insanıdır. Yaşadığı dönemde öğretilen İbn Sina'nın görüşlerine şerh düşerek bilimin gelişmesine ışık tutmuştur. Kalpteki karıncıklar arasında herhangi bir geçişin olmadığını, kanın akciğerlere gönderilip temizlendikten sonra kalbe tekrar geri döndüğünü vurgulamıştır. Kitabında bu durumu "Kan, sağ karıncıkta süzüldüğü zaman, ki bu zaruridir, hayat kaynağı bulunan sol karıncığa geçer. Bu iki karıncık arasında geçiş yoktur. Kalbin tabiatı icabı bir cismi sertlik vardır. Bazı düşünürlerin dediği gibi ne görünür bir geçiş ne de Galen'in inandığı gibi kanın akışını sağlayacak olan gizli bir geçit vardır. Zıddına kalbin gözenekleri ve mesanesi kapalı ve kalındır. Fakat bu kanın, temizlendikten sonra akciğer toplardamarı yoluyla akciğer torbacıklarına geçmesi gerekir ve orada hava ile karşılaşarak, kan, en son damlasına kadar temizlenir. Daha sonra hayatın devamını sağlamak için havayla temizlenen kan, akciğer atardamarıyla kalbin sol kulakçığına geçer." şeklinde ifadesiyle günümüzde bilinen küçük kan dolaşımını tanımlamıştır.

(Düzenlenmiştir.)
Bilim ve Teknik Dergisi, Temmuz, 1989

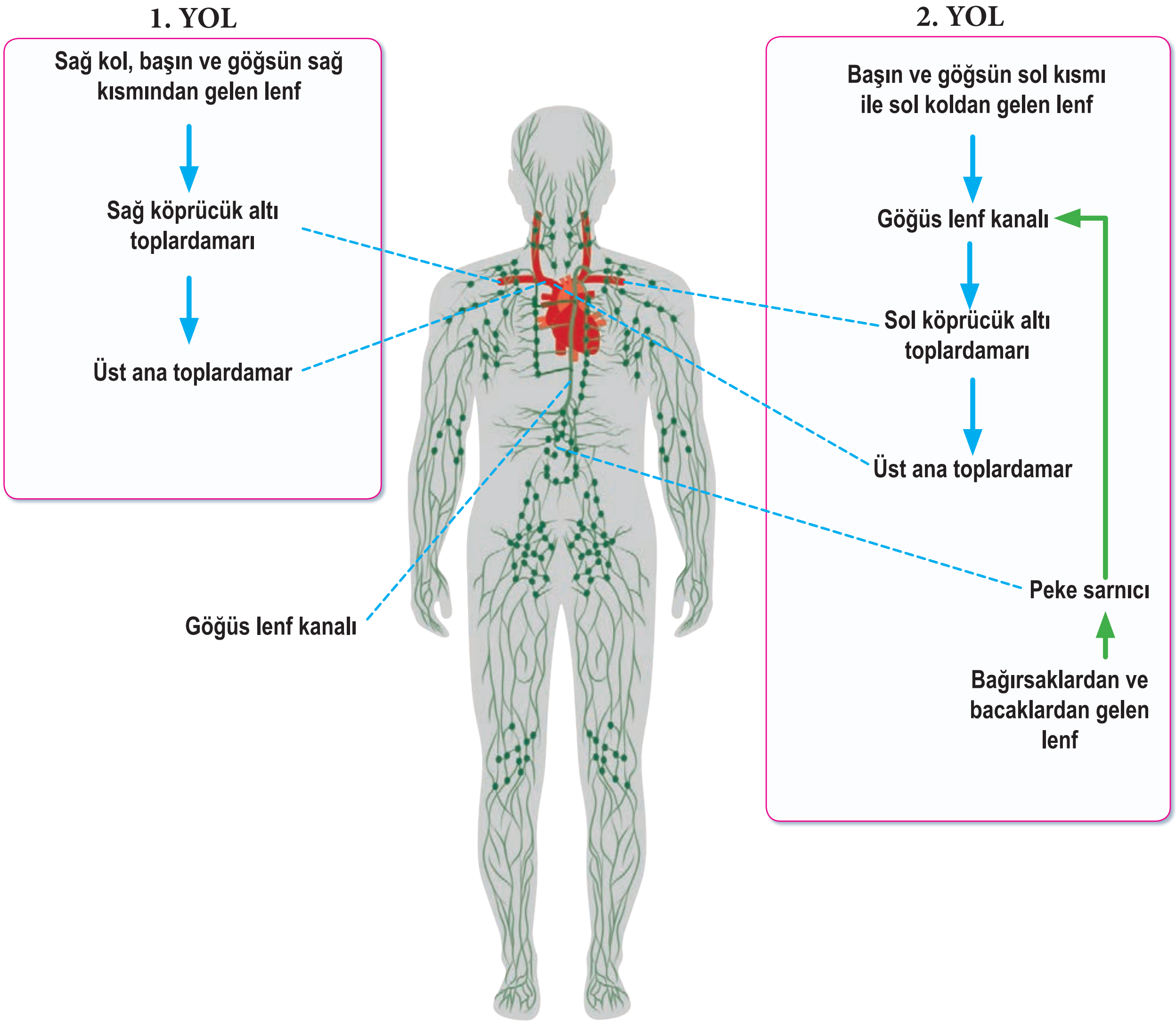
Kan, kaybedildiğinde yerine konulması gereken hayati bir sıvıdır. Hastanelerde uyumlu kan bekleyen binlerce hastaya kan bağışçıları sayesinde yeniden eski sağlığına kavuşma fırsatı verilir. Düzenli kan bağışlamak, ihtiyaç anında uygun kanın hemen bulunup tedavinin hemen başlaması anlamına gelir. Çeşitli hastalıkların tedavisinde hasta bireylere umut ışığı olan ilik nakli diğer gelişmiş ülkelere nazaran Türkiye'de çok az uygulanan bir tedavi yöntemidir. Oysa 18-55 yaşları arasındaki bireylerin küçük bir tüp kan vererek sisteme verici olarak dâhil edilmeleri tedavi bekleyen binlerce hasta için bir umut olacaktır. Kan ve ilik nakillerinde vericilerin sağlığında herhangi bir olumsuzluk yaşanmazken belki de hiç tanımadığı bir insanı hayata bağlamak kendisine de yaşam enerjisi katacaktır.

ARAŞTIRIYORUM

Kan ve kemik iliği bağışıyla ilgili çevrenizde ne tür çalışmalar yapıldığını araştırınız. Bu bağışlarla ilgili farkındalık oluşturmak amacıyla arkadaşlarınızla afiş, broşür, kamu spotu hazırlayınız. Hazırladıklarınızı okulunuzda okul panosunda arkadaşlarınızla paylaşınız.

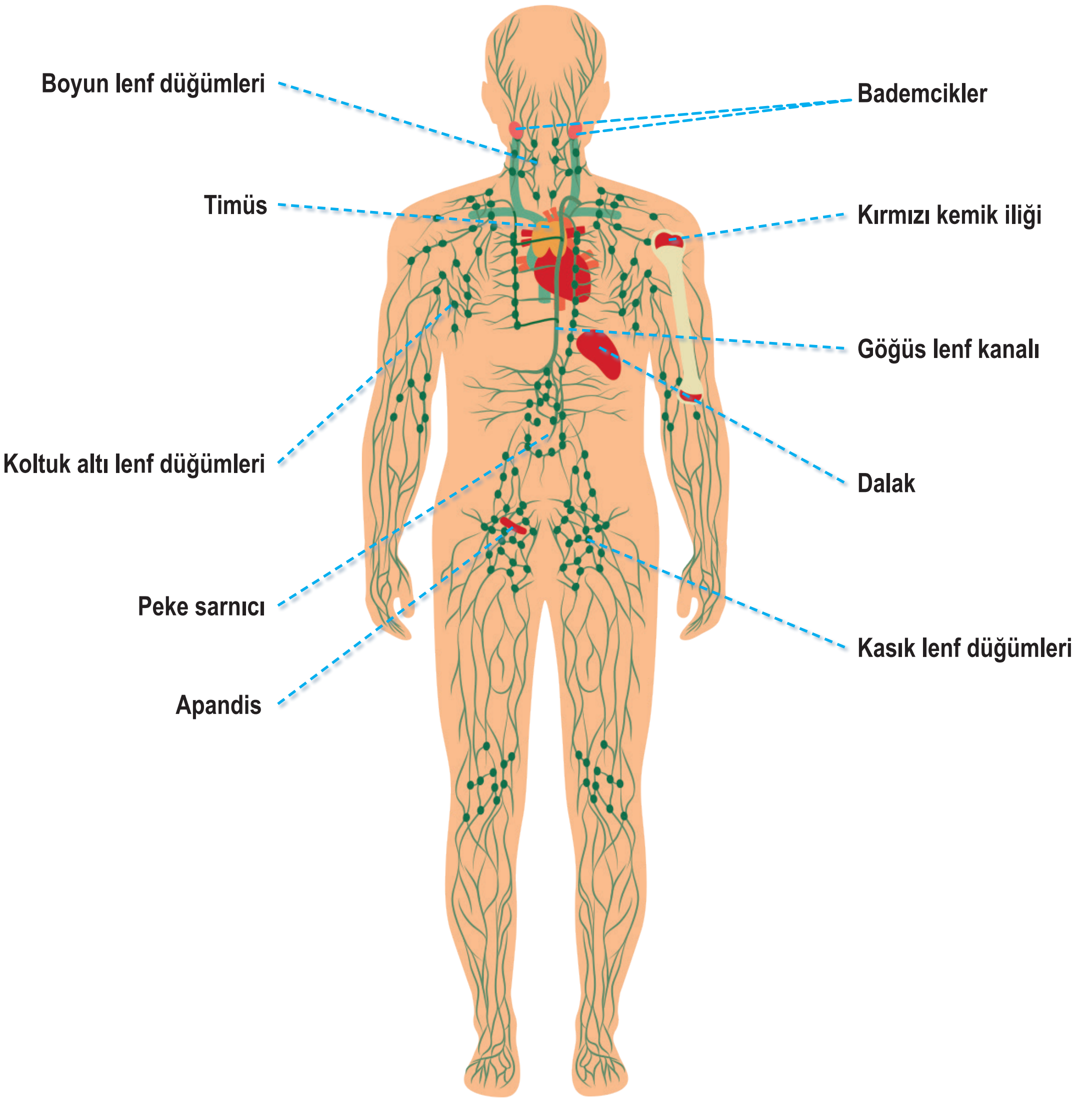
1.4.2. LENF DOLAŞIMI

Sağlıklı bir insanda her gün kılcal damarlardan doku sıvısına yaklaşık 4-8 litre sıvı geçişi olur. Bunun yanında az miktarda protein de doku sıvısına geçer. Kan, kaybettiği bu proteini ve sıvıyı lenf sistemi sayesinde yeniden kazanır. Lenf sistemi lenf sıvısı, lenf damarları ve lenf düğümlerinden oluşur. Lenf dolaşımında lenf toplardamarları ve lenf kılcalları bulunur. Ancak lenf atardamarları yoktur. Lenf sistemi, kan damarları gibi dokular arasına kadar girmiş damarlara sahiptir. Görevi dokularda madde ve sıvı birikmesini önlemektir. Lenf damarlarının bir ucu kapalıdır ve damar duvarları kan damarlarına göre daha incedir. Lenfin yüzeysel dokulardan kalbe doğru hareketi, kanın damarlardaki hareketi ile aynı mekanizmaya dayanır. Lenfin kalbe doğru hareketinde lenf sıvısının geriye dönmesini engelleyen kapakçıklar, lenf damarları duvarının ritmik kasılması ve iskelet kaslarının kasılması etkilidir. Lenf damarları birleşerek daha büyük damar ağı hâlinde sıvı taşımaya devam eder. Lenfatik sistemin kalp gibi bir pompası olmadığından dolaşım hızı kan dolaşımından daha yavaştır. Doku sıvısıyla hemen hemen aynı bileşimde olan lenf sıvısı damarlardaki kapakçıklar sayesinde tek yönlü akar. Lenf sıvısı boyun bölgesinde sağ ve sol köprücük altı toplardamarlarına boşalarak kana karışır. Lenf sistemi; doku sıvısındaki fazla proteini ve sıvıyı, sindirim sisteminde emilen yağı, yağda eriyen vitaminleri toplayıp kan dolaşımına ulaştırır (Görsel 1.4.14). Ayrıca vücuda giren yabancı maddelere ya da mikroorganizmalara karşı savunma görevi yapar.


1. YOL
Sağ kol, başın ve göğsün sağ kısmından gelen lenf
Sağ köprücük altı toplardamarı
Üst ana toplardamar
Göğüs lenf kanalı
2. YOL
Başın ve göğsün sol kısmı ile sol koldan gelen lenf
Göğüs lenf kanalı
Sol köprücük altı toplardamarı
Üst ana toplardamar
Peke sarnıcı
Bağırsaklardan ve bacaklardan gelen lenf

Görsel 1.4.14: Lenf dolaşımı

Lenf damarlarındaki sıvının hareketi, kanın damarlardaki hareketiyle aynı mekanizmaya sahiptir. Lenf damarları yolunda **lenf düğümleri** yer alır. Lenf düğümleri en çok karın ve kasık bölgesinde, boyunda, koltuk altında ve göğüste bulunur. Lenf düğümleri, lenf sıvısını süzer ve akyuvar üretimini ve depolanmasını sağlar. Bu sebepten bağışıklıkta önemli rol oynar. Vücut bir enfeksiyonla savaşırken bu dokulardaki akyuvarlar hızla çoğalır ve lenf düğümleri şişer. Bademcikler, dalak ve timüs lenf sisteminde yer alan önemli organlardır (Görsel 1.4.15).


Boyun lenf düğümleri
Bademcikler
Timüs
Kırmızı kemik iliği
Göğüs lenf kanalı
Koltuk altı lenf düğümleri
Dalak
Peke sarnıcı
Kasık lenf düğümleri
Apandis

Görsel 1.4.15: Lenfatik sistem

Ödem: Kılcal damarlardaki kan basıncının yüksek olması sonucu doku sıvısına daha çok su ve madde geçişi gerçekleşir. Doku sıvısında su ve madde miktarının artmasına **ödem** denir. Doku sıvısındaki bu artışa karşı lenf sistemi yetersiz kalabilir. Kılcal damarlarda kan basıncının ve kan damarının geçirgenliğinin artması ödem oluşumunun nedenleri arasındadır. Kandaki plazma proteinlerinin azalması nedeniyle ozmotik basıncın düşmesi, doku sıvısının ozmotik basıncının yüksek olması ve lenf damarlarındaki tıkanmalar da ödem oluşumuna neden olur.

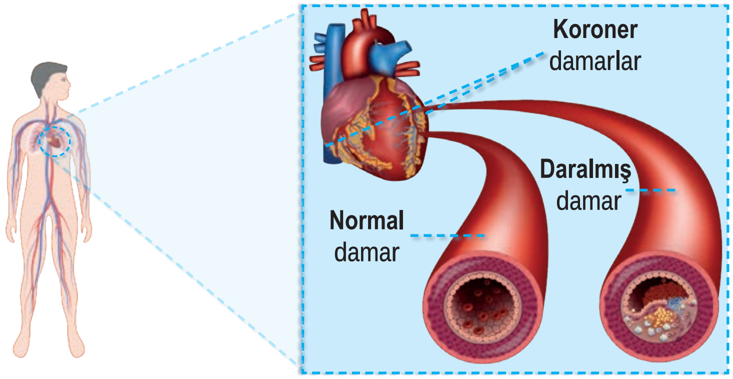
1.4.3. DOLAŞIM SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI

Kalp krizi, damar tıkanıklığı, yüksek ya da düşük tansiyon, varis, kangren gibi rahatsızlıklar en sık rastlanılan dolaşım sistemi rahatsızlıklarıdır.

Kalp Krizi (Enfarktüs)

Koroner damarların tıkanması ya da daralması sonucu kalbe yeterince besin ve oksijen ulaşamamasıyla oluşan bir rahatsızlıktır. Bu durum kalp krizine (miyokart enfarktüsü) neden olur (Görsel 1.4.16).

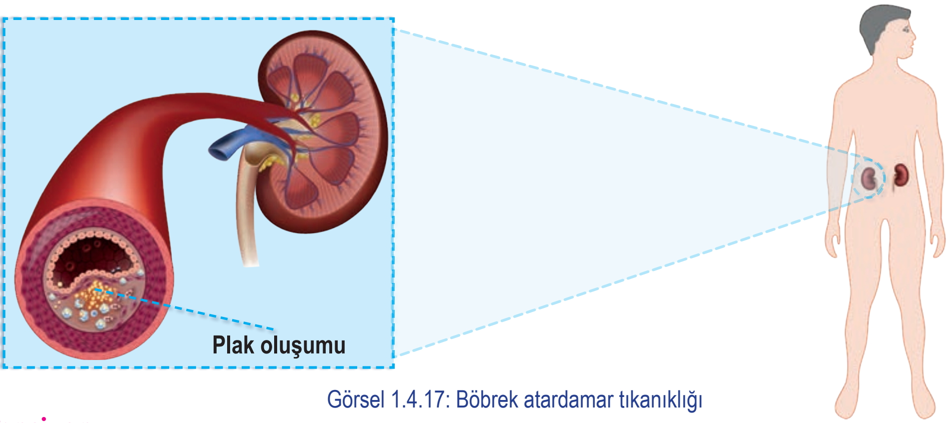
Koroner arter daralmalarında bypass denilen bir operasyonla kalbin yeterince beslenemeyen bölümüne kan akışı sağlanır.



Görsel 1.4.16: Kalp damarlarındaki daralma

Damar Tıkanıklığı

Vücutta büyük ve orta çaplı atardamarların iç yüzeyinde yağlı maddeler birikip plak oluşturabilir (Görsel 1.4.17). Madde birikimiyle daralan ve sertleşen damar, dokulara yeterince kan taşıyamaz. Bu durum, damar tıkanıklığına ve kalp krizine neden olur. Plak oluşumunun yanı sıra kan pıhtıları ve hava baloncukları da damar tıkanıklığına neden olabilir. Damar tıkanıklığı görülme olasılığı kalıtsal olabileceği gibi cinsiyete, ilerleyen yaşa, yüksek tansiyona, diyabete, aşırı strese, aşırı yağlı ve karbonhidratlı beslenmeye bağlı olarak artar. Uzun süre yüksek kan basıncına maruz kalmak, atardamarların esnekliğini kaybetmesine yol açar. Bu durum atardamarlarda yağ birikimini ve plak oluşumunu hızlandırır.



Görsel 1.4.17: Böbrek atardamar tıkanıklığı

Yüksek Tansiyon

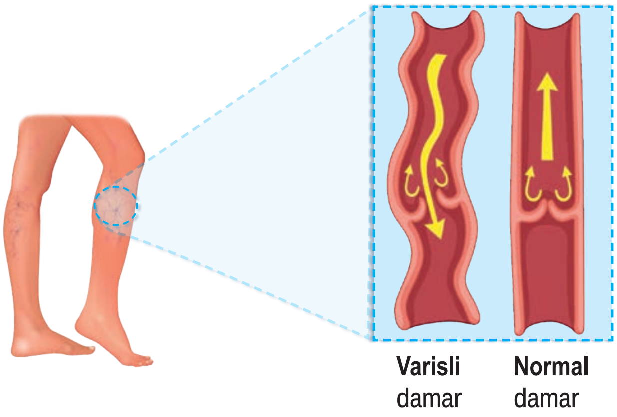
Kasılma basıncının 140 mmHg, gevşeme basıncının 90 mmHg'den büyük olma durumuna **yüksek tansiyon** adı verilir. Sağlıksız beslenme, egzersiz azlığı, metabolizmadan kaynaklanan nedenler, stres ve genetik yatkınlık hipertansiyonun nedenlerindendir. Tuzlu besinlerin sık tüketilmesi, böbreklerden daha fazla suyun emilmesine yol açar. Dolayısıyla kan hacmi artar. Kan hacminin artması damara yapılan basıncı da artırır. Hipertansiyon tedavi edilmezse kalp krizine, felce, beyin kanamasına, böbrek hasarına ve görme kaybına neden olabilir.

Kasılma basıncının 90 mmHg, gevşeme basıncının 60 mmHg'den küçük oluşu **düşük tansiyon** olarak adlandırılır. Düşük tansiyon; endokrin hastalıklar, vitamin ve mineral eksikliği, vücudun susuz kalması, kalp hastalıkları, kan kaybı gibi nedenlerle ortaya çıkabilir. Düşük tansiyonun en yaygın belirtileri baş dönmesi, bulanık görme, soğuk ve soluk cilt, mide bulantısı, kalbin hızlı atması, yorgunluk ve bayılmadır. Tansiyonun normal değerlere döndürülüp homeostasinin sağlanması için sağlıklı ve düzenli beslenmek, vücudun su ve tuz dengesine dikkat etmek gerekir.

Varis

Deri yüzeyine yakın toplardamarların kronik (süreğen) genişlemesiyle oluşan bir rahatsızlıktır. Varis, özellikle bacaklarda görülür. Bu rahatsızlık dışarıdan gözlenebilir. Bayanlarda daha yaygındır. Genellikle uzun süre ayakta durmayı gerektiren bir işte çalışanlarda görülür. Toplardamarlardaki kapakçıklar; egzersiz eksikliği, yanlış beslenme, genetik yatkınlık gibi etkenlerden dolayı görevlerini yapamazlar. Bunun sonucu olarak varis ortaya çıkar (Görsel 1.4.18).

Varisli kişiler uzun süre ayakta durmaktan veya uzun süre oturmaktan kaçınmalıdırlar. Düzenli egzersiz ve yürüyüş yapma, bisiklete binme, yüzme gibi aktiviteler yapmalıdırlar. Bu hastalığın tedavisi için önerilen yöntemlerden bir diğeri de varis çorabı kullanmaktır.



Görsel 1.4.18: Bacak toplardamarındaki varis

Kangren

Dokuları besleyen damarların bir pıhtı ya da mekanik etkilerle tıkanması sonucu dokuya yeterince besin ve oksijen ulaşamaz. Kangren, buna bağlı olarak oluşan bir dolaşım sistemi rahatsızlığıdır. Doku epitel hücrelerine zarar veren bazı toksinler ve ilaçlar da aynı etkiyi yapabilir. Doku hücreleri ölmeye başlar. Kangren meydana gelen dokuda çürüme ve renk değişimleri görülür. Diyabet, ağır darbe ve kırıklar, uzuv veya dokuların donması kangrene neden olabilir.

Anemi

Genel olarak kandaki alyuvar sayısının azlığına **anemi** denir. Alyuvar sayısının azlığına bağlı olarak hemoglobin miktarında da azalma söz konusudur. Aneminin başlıca nedeni alyuvar yapımının azalması veya alyuvarların yıkımının ve kaybının artmasıdır. Alyuvar yıkımının artması sarılığa neden olur. Herhangi bir sebeple kanama sonucu kan kaybının artması, kandaki demir eksikliği, kemik iliğinin kan yapımı fonksiyonunun bozulması, B9 ve B12 vitamin eksikliği ve orak hücreli anemide ya da talasemilerde olduğu gibi hemoglobinin polipeptit zincirindeki bozukluklar anemiye yol açar.

Lösemi

Kan kanseri de denilen lösemi kandaki akyuvar sayısının zarar verici şekilde artmasıdır. Kemik iliğindeki kök hücreler çeşitli sebeplerle kontrolsüz çoğalmaya başlar. Kanserli hücreler kontrolsüz çoğalınca lenf bezleri aracılığıyla diğer organlara yayılabilir (metastaz). Hızlı gelişen (akut) lösemi türlerinde kısa sürede tanı konulması ve erken tedaviye başlanması önemlidir. Yavaş gelişen (kronik) lösemi türleri genellikle hayatın ilerleyen evrelerinde ortaya çıkar, gelişimi uzun yıllar alabilir. Löseminin tam olarak nedeni bilinmese de özellikle yüksek düzeyde radyasyona, zararlı sanayi kimyasallarına ve tarım ilaçlarına maruz kalma lösemi riskini artırır. Bazı genetik hastalıklar, virüsler, tablet ve cep telefonu gibi cihazların uzun süre kullanımı, çeşitli gıda katkı maddeleri ve hava kirliliği de lösemiye yol açan faktörler arasında değerlendirilmektedir. Hâlsizlik, çabuk yorulma, iştahsızlık, egzersiz esnasında nefes darlığı, cilt altında kanama, lenf bezlerinde şişme, burun ve diş eti kanamaları lösemi bulgularındandır. En yaygın kan kanseri olarak bilinen lösemi, kanserleşmiş hedef hücrelere yönelik akıllı ilaçlarla ve hastaya özel kök hücre nakilleriyle tedavi edilebilmektedir.

1.4.4. DOLAŞIM SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Vücuttaki tüm sistemler birbiriyle doğrudan ya da dolaylı olarak etkileşim içindedir. Dolaşım sisteminin sağlıklı çalışması diğer sistemlerin de sağlıklı yapısının korunmasına yardımcı olur. Dolaşım sisteminin sağlıklı yapısını koruyabilme genetik faktörler dışında kişinin yaşam biçimine de bağlıdır.

Yeterli ve dengeli beslenme alışkanlığı vücut için gerekli organik ve inorganik maddelerin vücuda alınmasını sağlar. Kandaki kolesterolü ve yağ düzeyini azaltıcı diyet; damarlarda sertleşmeyi, tıkanmayı ve kalp krizi riskini azaltır. Hipertansiyondan korunmak için tuzu fazla tüketmemek gerekir. Aşırı şekerli besinleri tüketmek diyabet riskini artırır.

Hareketsiz yaşam tarzı dolaşım rahatsızlıklarının birçoğunu tetikler. Düzenli spor ve egzersiz yapmak dolaşım sisteminin çalışmasına yardımcı olur. Bunun yanı sıra hayatın her alanında olabildiğince hareketli olunmalı, yaşa ve bedene uygun egzersizler yapılmalı ve kalbi yoracak hareketlerden kaçınılmalıdır.

Kalp rahatsızlıklarının önemli nedenlerinden biri de strestir. Günlük hayatın getirdiği stresten olabildiğince uzak durmalı ya da stresle baş etme yolları öğrenilmelidir. Dolaşım sistemi sağlığının korunması için bağımlılık yapan zararlı alışkanlıklardan da uzak durulmalıdır.

Kan yoluyla bulaşabilen hastalıkların önüne geçebilmek için başkasına ait bir kanla ve vücut sıvısıyla temas önlenmelidir. Kamu alanlarında ya da insanların çok olduğu alanlarda hizmet verenler, enfeksiyon riskini ortadan kaldırmak için her bireye sadece kendisi için kullanılan ürünler sunmalıdır. Örneğin bir kişiye enjeksiyon yapılacaksa enjektör sadece o kişi için kullanılmalıdır.

OKU DEĞERLENDİR

Kalp krizi, kalbi besleyen atardamarların aniden tıkanmasıyla kalp kasının yeterince oksijen alamaması sonucu kalp dokusunun hasara uğramasıdır. Kalbe kan akımını sağlayan atardamarlarda kolesterol ve yağ gibi maddeler damar duvarlarında birikerek plak denilen yapıları oluşturur. Damar sertliği olarak adlandırılan bu süreçte atardamarlar zaman içinde daralır. Plaklarda oluşan çatlaklarda gelişen pıhtılar damarları tıkar.

Elif Hanım 60 yaşında 160 cm boyunda ve 85 kg ağırlığındadır. Göğüs ağrısı, terleme, nefes darlığı ve baş dönmesi şikâyetleriyle doktora gider. Elif Hanım, son 15 yıldır sigara kullanmaktadır ve özel yaşantısında da stres altındadır. Doktor kontrolü için hastaneye gittiğinde kendisine kan tahlili yapılır. Tahlil sonuçlarına göre kanda şeker seviyesi ve kolesterol (kan yağı) normal değerlerin üzerindedir. Tansiyon ölçümünde ise 150/90 mmHg kan basıncı değeri mevcuttur. Doktor tahlil sonuçlarını değerlendirirken kendisine ailesinde kalp rahatsızlığı olan fertlerin olup olmadığını sorar. Elif Hanım'ın teyzesinde, amcasında ve kız kardeşinde kalp rahatsızlığı vardır. Doktor Elif Hanım'a damar tıkanıklığı olabileceğini ve şikâyetlerinin kalp krizi nedeniyle gelişmiş olabileceğini söyler. **Buna göre**

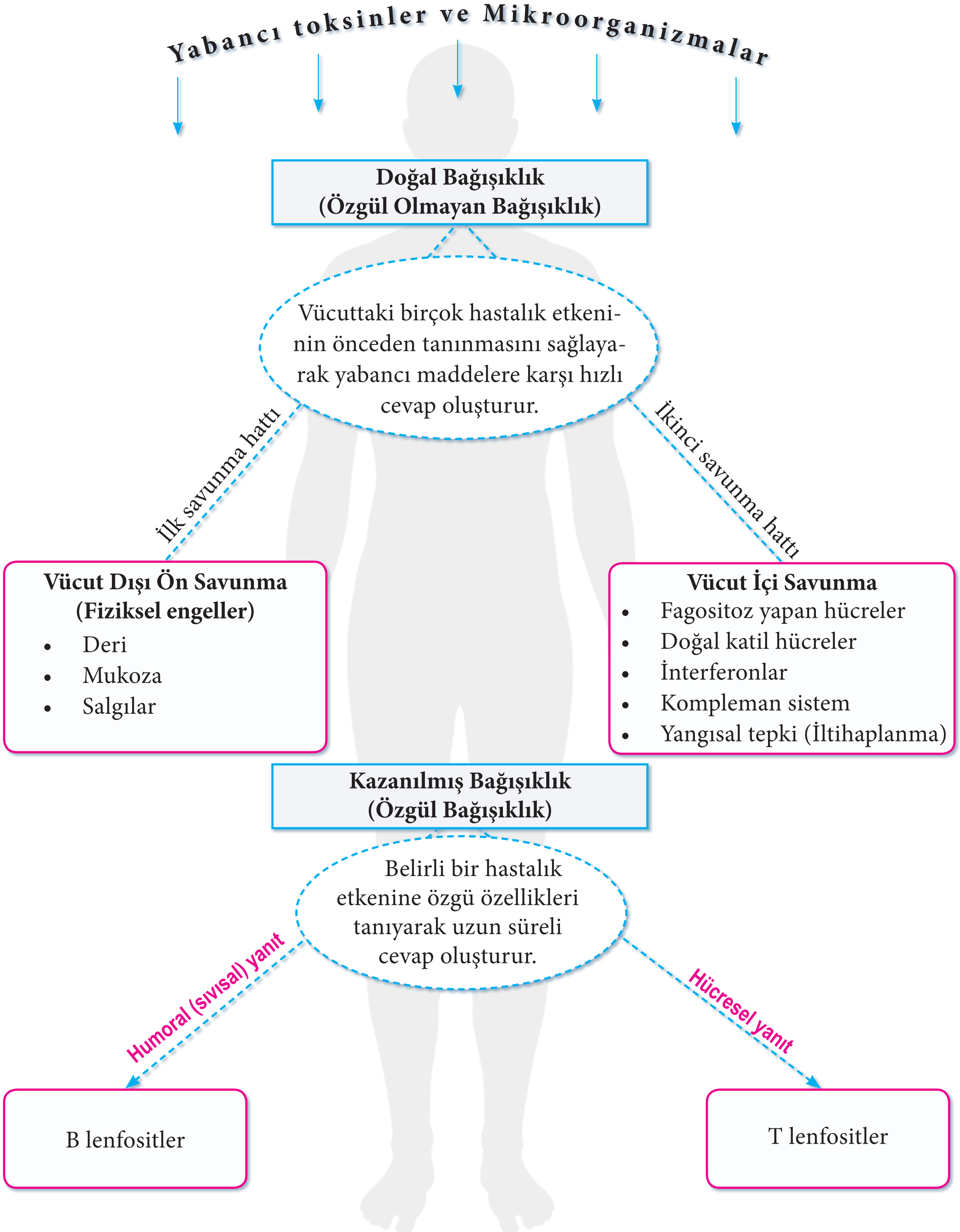
a) Elif Hanım'da dolaşım sistemi rahatsızlığına neden olan etkenler nelerdir?

b) Elif Hanım dolaşım sisteminin sağlıklı yapısını korumak için yaşam biçiminde ne tür değişiklikler yapmalıdır?

c) Elif Hanım'ın kalp krizi geçirme ihtimalini artıran değiştirilemeyecek etkenler nelerdir?

1.4.5. BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ

Vücut bazı mikroorganizmalar için ideal bir yaşam alanıdır. Doku ve organlara zarar verebilecek organizmalara, toksinlere direnç gösteren vücut bunu ilk aşamada doğuştan sahip olunan bazı özelliklerle özgül olmayan bir biçimde hızlıca yapar. Doğal bağışıklık mekanizmaları patojenlerin (hastalık yapıcıların) tamamıyla savaşır. İkinci aşamada bağışıklık sistemi, zararlı olabilecek maddelere karşı önlemini uzun vadede özgül biçimde alır (Görsel 1.4.19).


Yabancı toksinler ve Mikroorganizmalar
Doğal Bağışıklık
(Özgül Olmayan Bağışıklık)
Vücuttaki birçok hastalık etkeninin önceden tanınmasını sağlayarak yabancı maddelere karşı hızlı cevap oluşturur.
İlk savunma hattı
İkinci savunma hattı
Vücut Dışı Ön Savunma
(Fiziksel engeller)
• Deri
• Mukoza
• Salgılar
Vücut İçi Savunma
• Fagositoz yapan hücreler
• Doğal katil hücreler
• İnterferonlar
• Kompleman sistem
• Yangısal tepki (İltihaplanma)
Kazanılmış Bağışıklık
(Özgül Bağışıklık)
Belirli bir hastalık etkenine özgü özellikleri tanıyarak uzun süreli cevap oluşturur.
Humoral (sıvısal) yanıt
Hücresel yanıt
B lenfositler
T lenfositler

Görsel 1.4.19: Bağışıklık sistemine genel bakış

DOĞAL BAĞIŞIKLIK

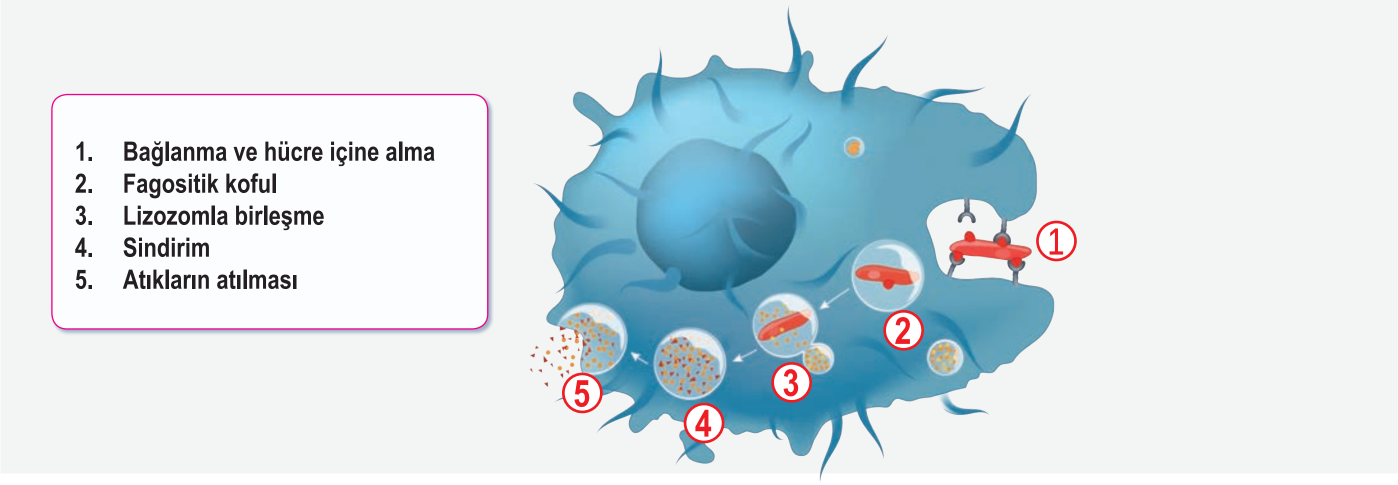
Doğal bağışıklık, daha önce patojenlerle karşılaşılıp karşılaşılmadığına bakılmaksızın bu etmenlere karşı vücudun ilk savunma hattıdır. Mikroorganizmalar, vücuda girmeyi engelleyen fiziksel etmenleri aşmışsa onlarla mücadele vücutta devam eder. Vücutta kendi sistemlerine ait olmayan yabancı hücre ve molekülleri tanıyan savunma hücreleri onları yok etmeye çalışır. Hastalık yapıcı etkenlere özgül olmayan bu mekanizmalar; fiziksel engeller, fagositoz yapan hücreler, doğal katil hücreler, interferonlar, kompleman sistemler ve iltihaplanma, ateş gibi yangısal tepkilerdir.

Fiziksel Engeller

Deri, mikroorganizmaların vücuda girişini önleyen yapıdır. Ter ve yağ bezlerinin salgıları deriye asidik bir ortam kazandırarak mikroorganizmaların girişini ve üremesini engeller. Sindirim, solunum ve üreme sistemlerinin mukozası mukus salgılar. Mukus, yabancı maddelerin vücuda girişini önler ve onların dışarı atılmasına yardımcı olur. Soluk borusundaki silli epiteller, mukusla birlikte yabancı madde ve mikroorganizmaları da dışarı atar. Tükürük, gözyaşı ve mukoz salgıdaki lizozim enzimi, bakterilerin hücre duvarını parçalayarak onları yok eder. Ağızdan doğrudan vücuda alınan mikroorganizmalar midenin yüksek asidik ortamında çoğunlukla ölür.

Fagositoz Yapan Hücreler

Hastalık yapan organizmalar fiziksel engellere rağmen vücuda bir şekilde girebilir. Bu durumda bazı akyuvarlar ve makrofajlar bu patojenleri fagositozla (Görsel 1.4.20) hücre içine alıp parçalar. Fagositoz yapan akyuvar hücrelerinden bazıları kanda ve dokular arasında dolaşabildiği gibi bazıları organlarda ve dokularda sürekli kalır. Karaciğerde, dalakta, lenf düğümlerinde, akciğerde ve sinir sisteminde fagositoz yapan hücreler bulunur.



Görsel 1.4.20: Akyuvarda fagositoz

Doğal Katil Hücreler

Virüsle enfekte olmuş ya da kanserleşen hücrelerin yüzey proteinlerindeki anormallikleri fark ederek onları yok eder. Ancak fagositoz yapmaz. Doğal katil hücreler, normal hücreleri enfekte hücrelerden ayırt etmelerini sağlayan bir dizi reseptör bulundurur. Salgıladığı maddeyle hedef hücre zarında gözenek oluşturarak hedef hücre DNA'sının yok edilmesine neden olur. DNA'nın bu şekilde yok edilmesi, doku ve organ nakillerinde doku ve organların reddedilmesinin önemli bir nedenidir.

İnterferonlar

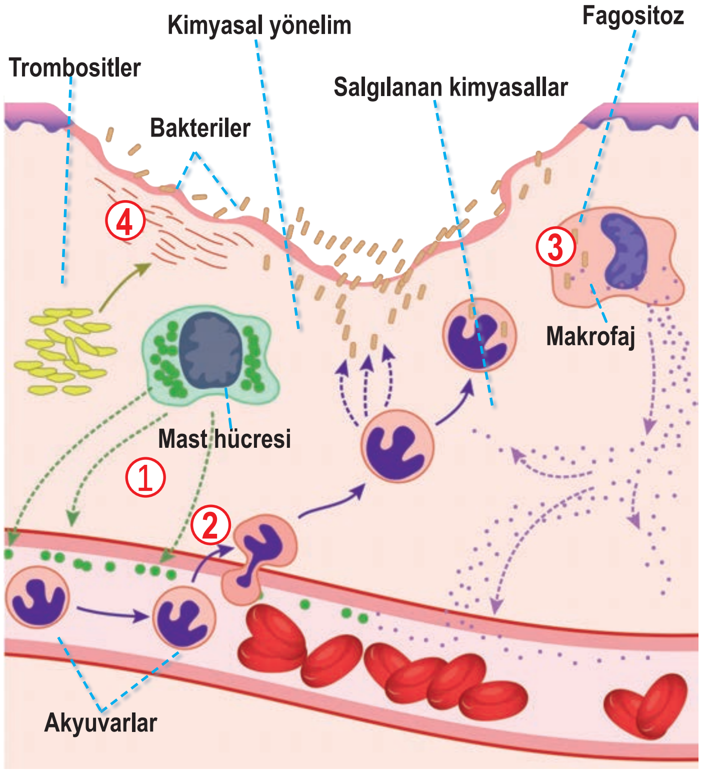
Virüsle enfekte olmuş hücreler **interferon** adı verilen polipeptitler salgılayarak diğer hücreleri uyarır. Böylelikle sağlam hücreler virüsten haberdar olarak antiviral protein sentezler. Doğal katil hücreleri ve bazı akyuvar çeşitleri de interferon salgılayarak fagositoz yapan hücreleri aktif eder. Grip ve nezle gibi üst solunum yolu enfeksiyonlarında üretilen interferonlar hastalığın ilerlemesini durdurur. İnsan genomuna ait interferon üretiminden sorumlu genler bakterilere aktarılarak biyoteknolojik olarak insan interferonları üretilir. Üretilen bu interferonlar hepatit B ve hepatit C'nin, löseminin, viral olarak oluşan genital siğillerin tedavisinde kullanılır.

Kompleman Sistem

Kan plazmasında inaktif hâlde bulunan çok çeşitli proteinlerden oluşmuş tamamlayıcı sistemdir. Yabancı mikroorganizmalarla karşılaşıldığında aktif olarak yangısal tepki oluşumunda, alerjide ve kazanılmış bağışıklıkta görev alır. Kompleman sistem proteinlerinin bir kısmı antijen-antikor kompleksi oluşturarak fagositoz yapan hücrelerin işlerini kolaylaştırır. Bazı kompleman sistem proteinleri, doğrudan mikroorganizma zarlarını parçalarken bazıları da saldırgan mikroorganizmanın yüzeyini değiştirerek birbirine yapışmasını ve çökelmesini sağlar.

Yangısal Tepki (İltihaplanma ve Ateş)

Hücrelerin fiziksel ya da kimyasal olarak yaralanması veya mikroorganizmalardan dolayı hasara uğraması stres durumunu ortaya çıkarır. Dokudaki bu strese karşı iltihaplanma denilen bir yanıt ortaya çıkar. İltihaplanma sırasında bağ dokuya ait mast hücrelerinden histamin salgılanır (1). Histamin, kılcal damar geçirgenliğini artırır ve dokuya fazla sıvı geçişi olacağı için doku hücreleri şişer. Bölgeye akyuvarların göçü artar (2). Aktif edilen akyuvar hücreleri özel kimyasallar salgılayarak bölgeye kan akışını hızlandırır. Kompleman sistemin de etkisiyle fagositoz yapan hücreler, birkaç saat içinde zarar görmüş hücreleri ve patojenleri temizlemek için aktif olur (3). Hasarlı alanla diğer doku hücreleri arasında pıhtılaşma reaksiyonlarıyla bir duvar örülür (4). Bu duvar bakteri veya toksik ürünlerin yayılımını geciktirir (Görsel 1.4.21).



Görsel 1.4.21: Yangısal tepki mekanizması

Vücut sıcaklığı hipotalamus tarafından düzenlenir. Vücudun verdiği bir diğer yangısal tepki de vücut sıcaklığının normalin üstüne çıkarılmasıdır. Bakteriyel ve viral toksinler, akyuvar hücrelerini ve özel kimyasal madde salgılamalarını uyarır. Bu kimyasal maddeler hipotalamusu uyararak vücut sıcaklığını yükseltir. Yüksek ateş kesinlikle tehlikelidir, ancak hafif ya da orta dereceli ateş bakteriyel enfeksiyonlardan kurtulmaya yardımcı olan faydalı bir yanıt olabilir.

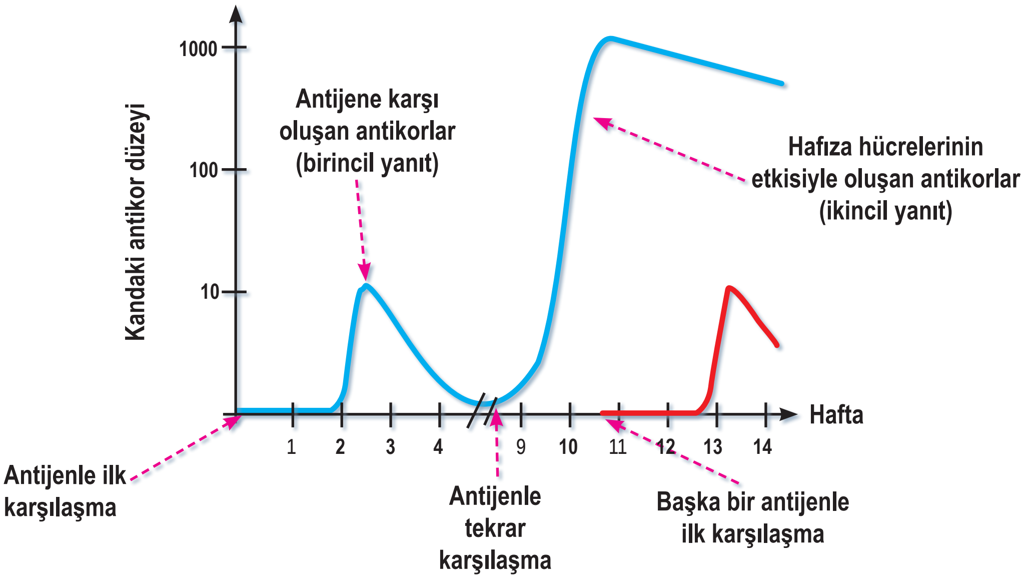
KAZANILMIŞ BAĞIŞIKLIK

B ve T lenfositleri tarafından oluşturulan bağışıklığa **kazanılmış bağışıklık** denir. Bazı hastalık yapıcı mikroorganizmaların geliştirdiği adaptasyonlar, ikinci savunma hattı olan fagositoz yapan hücreleri atlatmalarını sağlar. B ve T lenfositleri, doğal bağışıklığı geçen bu durumdaki mikroorganizmalarla ve toksinlerle savaşmak üzere bunlara özgü proteinler sentezleyerek onları yok etmeye çalışır. Böylece kazanılmış bağışıklık vücudun üçüncü savunma hattını oluşturur. Kemik iliğinde olgunlaşan B lenfositleri ve timüs bezinde olgunlaşan T lenfositleri; lenf düğümlerine, dalağa ve bademcik gibi lenf dokularına yerleşir. Bu lenfositlerin ortak hedefi zararlı maddeyi ve organizmayı yok etmek olsa da bunu farklı şekilde yapar.

Humoral (Sıvısal) Bağışıklık

Her toksin ya da organizma, kendine özgül protein veya polisakkarit yapıda bileşik taşır. Vücuda yabancı bu maddelere **antijen** adı verilir. B lenfositleri antijenlere karşı **antikor** adı verilen özel proteinler üretir ve bunları plazmaya verir. Bu olaya **humoral bağışıklık** denir.

B lenfositler antijene özgü antikor üretir. Üretilen antikorlar antijenle bağlanır ve antijeni etkisiz hâle getirir. Antikorların antijenleri etkisiz hâle getirdiği bu tepkiye **birincil yanıt** denir. B lenfositlerinin bazıları ise kanda kalarak hafıza hücrelerine dönüşür. Vücut aynı hastalık etkeni ile tekrar karşılaşırsa hafıza hücreleri hızlı ve daha güçlü bir bağışıklık tepkimesi oluşturur. Buna **ikincil yanıt** denir. İkincil yanıt bazı bulaşıcı hastalıkların bir kez geçirildikten sonra bireyin tekrar hasta olmamasını sağlar. Örneğin kızamık geçirmiş bir birey tekrar kızamığa neden olan antijenle karşılaştığında hafıza hücreleri ikincil yanıt oluşturarak bireyin hastalanmasını engeller. İkincil yanıtın oluştuğu süreçte vücut farklı bir antijenle karşılaşırsa o antijene karşı tepki birincil yanıt şeklindedir (Grafik 1.4.4).



Grafik 1.4.4: Bağışıklık özgüllüğü

Hücresel Bağışıklık

T lenfositlerin rol aldığı bağışıklığa **hücresel bağışıklık** denir. Antikor salınımına eş zamanlı olarak çok sayıda aktif T hücreleri lenf sıvısı yoluyla dolaşıma katılır. Antikor oluşumundaki hafıza hücrelerinin oluşumu gibi olan aktif T hücrelerinin bazıları hafıza T hücresine dönüşür ve tüm vücuttaki lenf dokularına dağılır. T lenfositler antijenlere doğrudan temas ederek onları yok eder. T lenfositleri kanser hücreleri üzerine de etkilidir.

Aktif ve Pasif Bağışıklama

Vücut, yabancı antijenlerle doğrudan karşılaşınca antijenlere karşı tepki verir. Bir başka deyişle antikorlar ve T hücreleri, antijenlere karşı kişinin kendi bağışıklık sistemi tarafından üretilir. Bu tip bağışıklamaya **aktif bağışıklama** adı verilir. Aktif bağışıklama, aşılamayla veya mikrobik bir hastalık geçirerek kazanılır. Kişiye onu hasta etmeyecek ancak kimyasal olarak antijenleri taşıyan ölü mikroorganizmalar verilerek kişide bağışıklık oluşturması sağlanır. Bu işleme **aşılama** (bağışıklama) denir (Görsel 1.4.22). Bu tip aşılama; difteri, boğmaca, tifo gibi birçok bakteri kökenli hastalıklardan ve su çiçeği, grip gibi virüs kökenli hastalıklardan korunmak için kullanılır. Gelişmiş ülkelerde bebek ve çocukların düzenli olarak aşılanmaları, çoğu hastalıkların önemli ölçüde azalmasında etkili olmuştur.

Görsel 1.4.22: Aşılama

Hastalık yapan organizmaların genetik yapılarının hızlı değişimi insan sağlığına sürekli bir tehdit oluşturur. Hastalık yapan mikroorganizmalar hızlı bir biçimde genetik yapılarını değiştirebilir. Antijenin yapısı değişebildiği için bunlara karşı bağışıklık geliştirmek her defasında işe yeniden başlamak anlamına gelir. Örneğin geçtiğimiz yıl grip hastalığı geçirmiş bir kişi bu yıl da aynı hastalığa yakalanmış olabilir. Grip virüsü antijen yapısını değiştirdiğinden her yıl yeni antijenlere karşı aşılar üretilmelidir. Genetik yapılardaki bu hızlı değişimler insan sağlığını sürekli tehdit eden bir unsurdur.

Görsel 1.4.23: Emzirme

Kişi antijenlerle karşılaşmadan da geçici olarak bağışıklık kazanabilir. Daha önceden antijenlerle karşılaşmış ve antikor üretmiş kişilerden veya koyun, at gibi hayvanlardan antikorlar alınarak kişiye verilirse kişi korunmuş olur. Bu hazır antikor çözeltisine **serum** denir. Antikorlar ömürlerini tamamlayıncaya kadar kişi hasta olmaz. Bu şekilde hastalıklara karşı korunma biçimi **pasif bağışıklama** olarak adlandırılır. Örneğin hamile bir kadının ürettiği antikorlardan bazıları plasenta aracılığıyla ya da emzirme sırasında sütle bebeğe geçebilir (Görsel 1.4.23). Bu durum bebeği annenin daha önce geçirmiş olduğu bazı hastalıklara karşı korur. Yine bazı canlıların zehirlerine karşı başka bir canlıda antiserumlar geliştirilerek bu canlıların sokması ya da ısırması durumlarında bu antiserumların kullanılması da başka bir pasif bağışıklama örneğidir.

Alerji

Normalde zararsız olan bir maddenin (alerjen) aşırı yangısal cevaba yol açtığı zaman ortaya çıkan kazanılmış bağışıklık sistemi bozukluğuna **alerji** denir. Alerjen, T lenfositlerle karşılaşır ve T lenfositleri uyarır. Alerjenin bulunduğu bölgede çeşitli bağışıklık hücreleri hızla çoğalır ve antikor üretilir. Bu hücrelerin salgıladığı kimyasallar, bulundukları dokuda normal hücre işlevlerini bozar. Bu bozulma sonunda mukus salgısında artma, düz kaslarda kasılma, damarlarda genişleme, kılcal damar geçirgenliğinde artma gibi alerjik reaksiyonlar gerçekleşir.

Süt, yumurta, fıstık gibi besinlere olduğu gibi çeşitli antibiyotiklere, aşılara, hormonlara, vitaminlere, kozmetik ürünlere, polenlere, toza ve bakterilere karşı da alerjiler görülebilir.

Bir alerjen, T lenfositleriyle karşılaştığında T lenfositler B lenfositleri uyarır. B lenfositlerinin uyarılması sonucunda plazma hücreleri çok sayıda antikor üretir. Antikorlar bağ dokudaki mast hücrelerinin histamin salgılamasına neden olur. Histamin yangısal tepkiyi başlatır.

Otoimmün Rahatsızlıklar

T ve B lenfositler, aktifleştirilirken canlının kendi proteinlerine zarar vermeyecek şekilde üretilir. Vücudun belli yerinde antijen tanıma sistemi bozulmuşsa B lenfositler bu bölgedeki hücre ve dokular için antikor üretmeye başlar. Yanlış yer için üretilen antikorlar, o bölgedeki hücre ve dokulara zarar verir ve hücre ve dokuların fonksiyonlarını bozar. Çölyak hastalığı, MS hastalığı, romatoid artrit, lupus otoimmün rahatsızlıklara örnektir. Romatoid artrit hastalığında vücudun savunma sistemi kendi eklemlerindeki bağ dokuya karşı antikor üretmeye başlar.

ARAŞTIRIYORUM

Türk bilim insanları ulusal ve uluslararası alanda yeni tip korona virüse (Covid-19) yönelik başarılı aşı çalışmaları yapmaktadırlar ve halen farklı aşı çalışmaları devam etmektedir. Siz de bu çalışmaları araştırınız ve sonuçlarını arkadaşlarınızla paylaşınız.

OKUMA PARÇASI

YÜKSEK TANSİYONLULARIN SAYISI HIZLA ARTIYOR

Yeni bir araştırmaya göre dünyadaki yüksek tansiyonlu kişilerin sayısı 1,13 milyara ulaştı. Araştırmada yaklaşık 20 milyon kişiden alınan tansiyon ölçümleri değerlendirildi. Bilim insanlarının liderliğini yaptığı araştırmada son 40 yıl içinde yüksek tansiyonlu kişilerin sayısının iki katına çıktığı sonucuna ulaşıldı. Ekip 1975-2015 yılları arasında dünyadaki tüm ülkelerdeki tansiyon değişimlerine ilişkin verileri inceledi. Lancet (Lanset) dergisinde yayımlanan çalışmanın bulgularına göre gelir düzeyi yüksek ülkelerde yaşayan kişilerin tansiyon değerleri daha düşük, Afrika ve Güney Asya gibi düşük ya da orta gelir seviyesine sahip ülkelerde yaşayan kişilerin ise tansiyon değerlerinin daha yüksek olduğu görüldü. Araştırmacılar bu bulgunun nedenini henüz tam olarak bilmiyor.

2015 yılında yüksek tansiyonlu kişilerin oranının en düşük olduğu Avrupa ülkesinin İngiltere olduğu belirlendi. Dünyada yüksek tansiyonlu kişilerin oranının en düşük olduğu ülkeler ise Güney Kore, ABD ve Kanada olarak belirlendi.

Aynı araştırmada pek çok ülkede 2015'te yüksek tansiyonlu erkeklerin sayısının kadınlardan daha fazla olduğu ortaya çıktı. Dünyada 597 milyon yüksek tansiyonlu erkek varken yüksek tansiyonlu kadınların sayısı 529 milyondur. 2015'te tespit edilen dünyadaki yüksek tansiyonlu yetişkinlerin yarıdan fazlası Asya'da yaşıyor. Yüksek tansiyon kan damarlarına ve böbreğe, kalp ve beyin gibi yaşamsal organlara ciddi zararlar vererek felç ve kalp krizi gibi kalp damar hastalıklarına neden olmaktadır. Yılda 7,7 milyon kişinin yüksek tansiyon nedeniyle hayatını kaybettiği belirtiliyor.

Araştırma ekibi yüksek tansiyon sorununun çok fazla tuz tüketimi, yeterli miktarda sebze ve meyve tüketmeme, obezite, spor yapmama ve hava kirliliği gibi çevresel etkenlerden kaynaklandığını ve genellikle de yaşlılarda daha yaygın olduğunu göstermektedir.

(Düzenlenmiştir.)
Bilim ve Teknik Dergisi, Şubat 2017

4. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki açık uçlu soruların yanıtını boş bırakılan alana yazınız.

1. Egemen ile İlke aynı kan grubuna sahip iki kardeştir. Egemen haftalar önce kızamık olmuş ve iyileşmiştir. Kardeşi İlke ise boğmaca geçirmektedir. **Buna göre**

A) Egemen'den alınan kan örneğinden antikorlar saflaştırılıp İlke'ye verilirse İlke'nin kanında ne tür değişiklikler görülür?

....

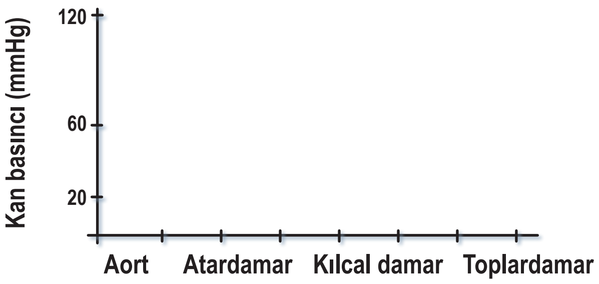
B) İlke'nin ailesinde boğmaca hastalığına karşı daha önce aşı olmuş kişiler bu hastalıktan etkilenirler mi? Açıklayınız.

....

2. Aşağıda verilenlerden hangilerinin aşıyla hangilerinin serumla ilgili olduklarını "X" kullanarak belirtiniz.

	Serum	Aşı
Antikor içerir.	☐	☐
Antijen içerir.	☐	☐
Kısa süre etkilidir.	☐	☐
Uzun süre etkilidir.	☐	☐
Aktif bağışıklığı sağlar.	☐	☐
Pasif bağışıklığı sağlar.	☐	☐
Tedavi edicidir, hasta bireye uygulanır.	☐	☐
Koruyucu etkiye sahiptir, sağlıklı bireye uygulanır.	☐	☐

3. Kan dolaşımında kan basıncının aorttan başlayıp atardamar, kılcal damar ağı ve toplardamar boyunca nasıl değişim gösterdiğini aşağıdaki grafik üzerine çiziniz.



4. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

4. Aşağıdaki görselde dolaşım sistemi isimlendirilmiş ve numaralandırılmıştır. Soruları görseldeki yapıların numaralarını kullanarak yanıtlayınız.

A) Küçük dolaşımda kanın izlediği yolu kalpten başlayarak sırasıyla numaralandırınız.

Kalp ....

B) Büyük dolaşımda kanın izlediği yolu kalpten başlayarak sırasıyla numaralandırınız.

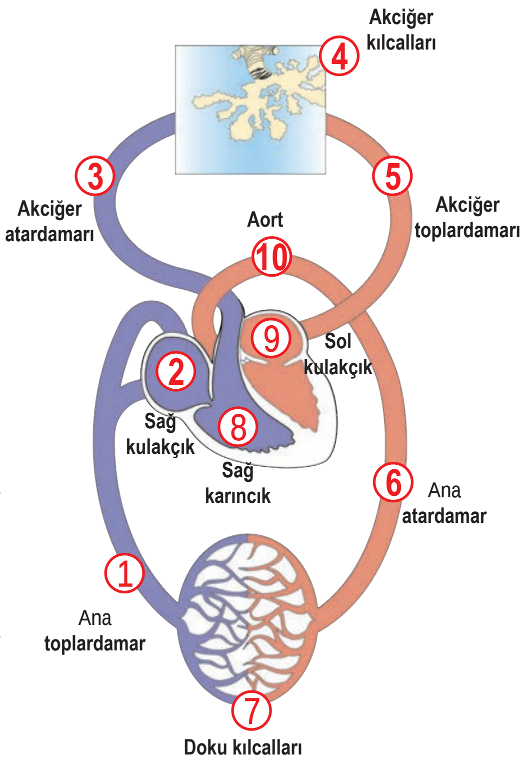
Kalp ....

C) Oksijen bakımından zengin kan bulunduran yapıları yazınız.

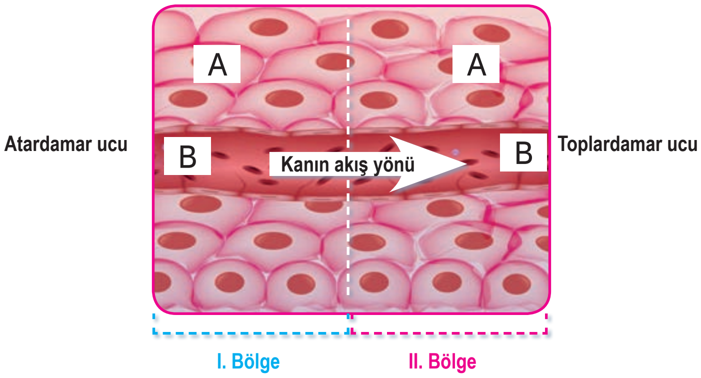
....

Ç) Karbondioksit bakımından zengin kan bulunduran yapıları yazınız.

....


Akciğer kılcalları
4
3
5
Akciğer atardamarı
Aort
10
Akciğer toplardamarı
9
Sol kulakçık
2
Sağ kulakçık
8
Sağ karıncık
6
Ana atardamar
1
Ana toplardamar
7
Doku kılcalları

5. Aşağıda verilen görselde A ile gösterilenler doku hücrelerine ait bölgeleri, B ile gösterilenler kılcal kan damarına ait bölgeleri göstermektedir. Kanın akış yönü beyaz okla belirtilmiştir. Görsel beyaz bir çizgiyle dikey biçimde I. Bölge ve II. Bölge olarak ikiye ayrılmıştır.


A
A
Atardamar ucu
B
Kanın akış yönü
B
Toplardamar ucu
I. Bölge
II. Bölge

I. Bölgede kanın ozmotik basıncı 28 mmHg, damar içindeki kan basıncı 35 mmHg'dir.
II. Bölgede kanın ozmotik basıncı 28 mmHg, damar içindeki kan basıncı 15 mmHg'dir. **Buna göre**

A) I. Bölgede madde geçişi hangi yönde gerçekleşmektedir? Nedenini açıklayınız.

....

B) II. Bölgede madde geçişi hangi yönde gerçekleşmektedir? Nedenini açıklayınız.

....

6. Kalp atış hızını etkileyen unsurlar aşağıda verilmiştir. Bu unsurlardan kalbin çalışmasını hızlandırıcı ya da yavaşlatıcı etkiye sahip olanlarını "X" işaretiyle işaretleyiniz.

	Yavaşlatır	Hızlandırır
Adrenalin	☐	☐
Asetilkolin	☐	☐
Karbondioksit	☐	☐
Tiroksin	☐	☐
Kafein	☐	☐
Kanın pH'ının düşmesi	☐	☐
Vücut sıcaklığının artması	☐	☐

B) Aşağıda numaralarıyla verilen ifadeleri, harfle verilen ifadelerle eşleştiriniz. Eşleşmeyen kavramın tanımını aşağıdaki boşluğa yazınız.

7.

I Purkinje lifleri

II Koroner damar

III Küçük kan dolaşımı

IV İkili kapakçık

V Üçlü kapakçık

VI Nabız

A Oksijence fakir kanın akciğerlerde temizlenip kalbe dönmesidir.

B Kalbin ritmik kasılmasının ve gevşemesinin atardamarda hissedilmesidir.

C Sağ kulakçık ile sağ karıncık arasında yer alan kapakçıklardır.

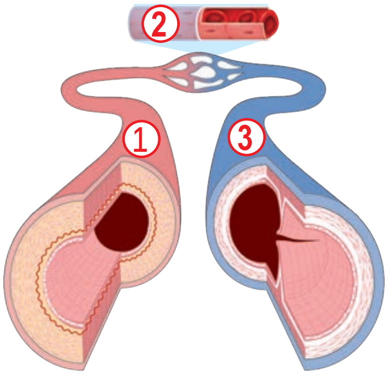
Ç Kalbi besleyen damarlardır.

D His demetlerinin karıncık duvarında dallanmasıyla oluşur.

....

4. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

8. Atardamar, toplardamar ve kılcal damarlar karşılaştırıldığında



I. Hangi damarda düz kas tabakası bulunmaz?

II. Hangi damarın yapısında elastik lifler daha fazladır?

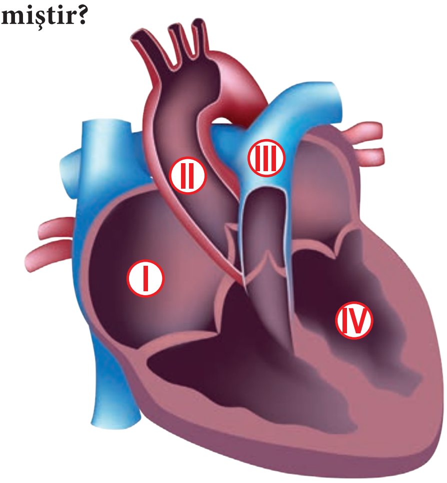
III. Kanın akış hızı hangi damarda daha fazladır?

IV. Çapı en fazla olan damar hangisidir?

I) .... **II)** .... **III)** .... **IV)** ....

C) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

9. Aşağıdaki görselde bir insan kalbinin damarları numaralandırılmıştır. Bir insana sağ kolundaki toplardamardan ilaç verildiğinde bu ilacın izleyeceği yol aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?



A) I - II - III - IV B) IV - II - III - I

C) I - III - II - IV D) I - III - IV - II

E) I - IV - II - III

10. Lenf sıvısı ile kan arasındaki ortak özellik aşağıdakilerden hangisidir?

A) Hemoglobin taşımaları

B) Çok sayıda alyuvar bulundurmaları

C) Kırmızı renkte olmaları

D) Fibrinojen bakımından zengin olmaları

E) Sindirilmiş besin monomeri taşımaları

11. Lenf toplardamarında lenf sıvısının hareketinde

I. Çizgili kasın kasılması
II. Tek taraflı açılan kapakçıklar
III. Soluk alırken oluşan emme kuvveti

ifadelerinden hangileri etkilidir?

A) Yalnız I B) Yalnız II

C) I ve II D) II ve III

E) I, II ve III

12. Tansiyon, kanın atardamar çeperine yaptığı basınç olduğuna göre

I. Damarların tıkanması
II. Kanın ozmotik basıncının artması
III. Kan kaybı

ifadelerinden hangileri tansiyonu artırıcı etkiye sahiptir?

A) Yalnız I B) I ve II

C) I ve III D) II ve III

E) I, II ve III

13. Serumda enzim aktivitesi gösteren proteinlere kompleman sistem denir. Antijen canlı bir hücre olduğunda kompleman sistem antijenle birleşir ve hücreyi parçalar. **Buna göre**

I. Aşı uygulanması
II. Yabancı doku nakledilmesi
III. Farklı bir kan grubundan kan nakli

ifadelerinden hangileri kompleman sistemin parçalama işlevini yerine getirmesini sağlar?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) I ve III
E) I, II ve III

14. Kılcal damardan doku sıvısına madde geçişinin artışı ödeme neden olur. **Buna göre**

I. Kılcal damarda ozmotik basıncın azalması
II. Vagus sinirinden asetilkolin salgılanması
III. Adrenalin salgısının artması

ifadelerinden hangileri ödemi artırıcı yönde etki eder?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) I ve III
E) II ve III

15. Mide atardamarında aşağıdakilerden hangisine rastlanmaz?

A) Hormon
B) Pepsin
C) Amino asit
D) Akyuvar
E) Glikoz

16. Lenf ve kan plazmasıyla ilgili

I. Alyuvar bulundurma
II. Antikor bulundurma
III. Hormon bulundurma

ifadelerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) II ve III
E) I, II ve III

17. Kan hücreleri ile ilgili verilen

I. Çekirdekleri vardır.
II. Fagositoz yapabilirler.
III. Bölünme özelliği yoktur.

ifadelerinden hangileri akyuvarlar için doğrudur?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) II ve III
E) I, II ve III

18. Aşağıda verilen

I. T lenfosit
II. B lenfosit
III. Trombosit

kan hücrelerinden hangileri humoral bağışıklığın sağlanmasında etkilidir?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) II ve III

19. Bağışıklamayla ilgili

I. Aşı
II. Anne sütü
III. Serum

yapılarından hangisi pasif bağışıklamayı sağlar?

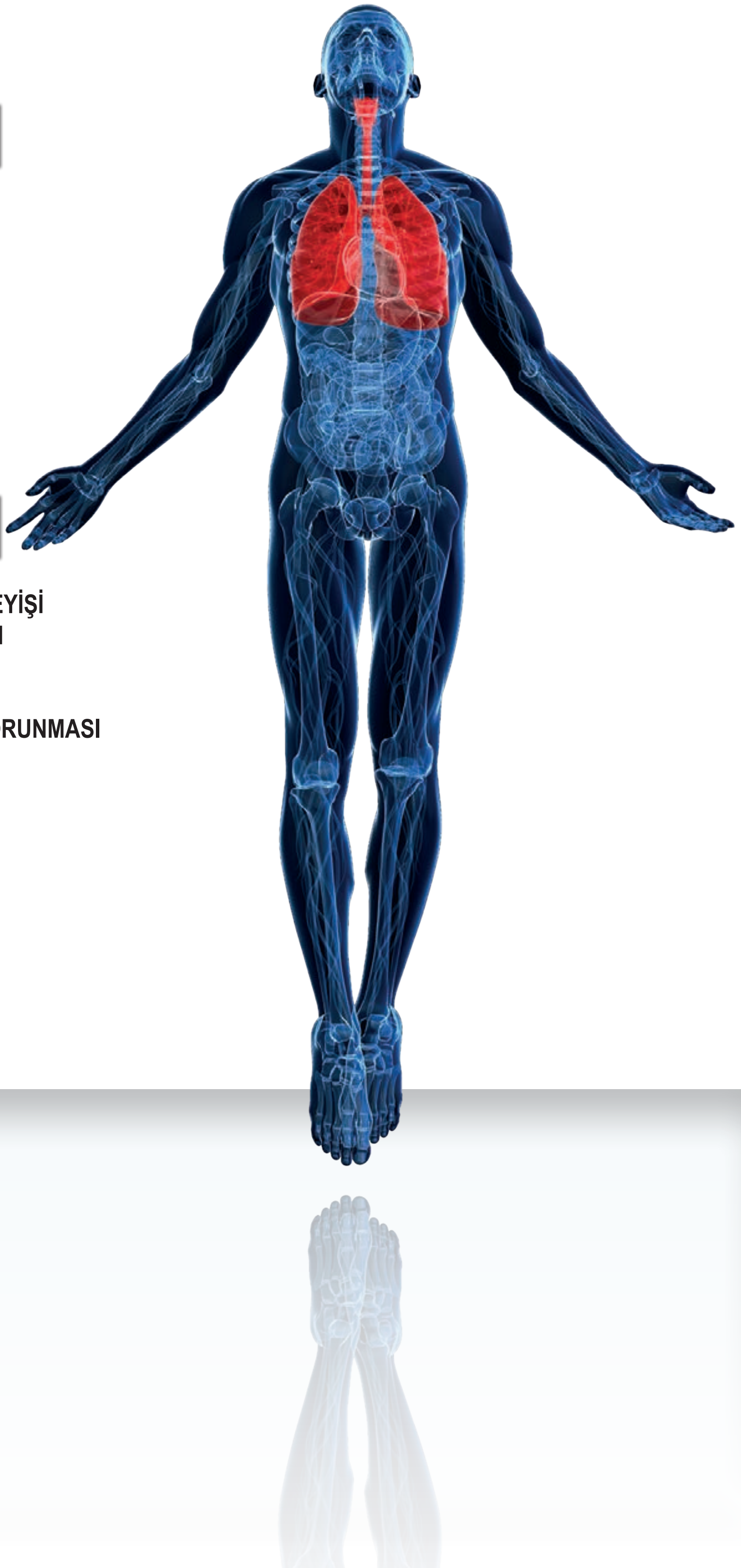
A) Yalnız I
B) Yalnız III
C) I ve II
D) II ve III
E) I, II ve III

20. Aşağıdaki moleküllerden hangisi lenf sıvısında ve kanda ortak bulunmaz?

A) Glikoz
B) Yağ asidi
C) Hemoglobin
D) Antikor
E) Üre

5. BÖLÜM

SOLUNUM SİSTEMİ



ANAHTAR KAVRAMLAR

- Alveol
- Bronş
- Diyafram
- Gaz taşınımı
- Hemoglobin
- Solunum

İÇERİK

- 1.5.1. SOLUNUM SİSTEMİNİN YAPISI, GÖREVİ VE İŞLEYİŞİ
- 1.5.2. ALVEOLLERDEN DOKULARA VE DOKULARDAN
  ALVEOLLERE GAZ TAŞINMASI
- 1.5.3. SOLUNUM SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI
- 1.5.4. SOLUNUM SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

NEFESİMİZ NELER SÖYLÜYOR?

Soluk alırken oksijence zengin hava akciğerlere ulaştıktan sonra kana geçerek vücudumuzdaki hücrelere dağılır. Hücresel metabolizma sonunda açığa çıkan karbondioksit ise soluk verdiğimizde dışarı atılır. Solunumun tek ürünü karbondioksit değil. Verilen nefeste, bazı metabolizma atıkları da bulunur. Sağlıklı bireylerde kokmayan bu atıklar hastalık durumunda dışarıya formaldehit veya benzen türevleri gibi birtakım organik uçucu kimyasal maddelerin kokusunu verebilir. Nefes kokusu günümüzde yapılan pek çok bilimsel araştırmaya konu olsa da bazı hastalıklarda nefesin koktuğu aslında uzun zamandır biliniyor.

Bir yandan hastalık teşhisinde idrar ve kan testi yerine hızlı ve kolay cevap verebilecek nefes testinin kullanılabilmesi ile ilgili çalışmalar sürerken diğer yandan aslında nefesimizin bir hastalığın var olup olmadığından çok daha fazlasını söylediği ortaya çıktı. İsviçre'de yapılan bir araştırmada nefesteki metabolizma artıklarının kişiye özel olduğu ve insanların nefes izinden de parmak izi gibi tanınabileceği anlaşıldı. Araştırmada, verilen nefeste ortaya çıkan atıkların kişiye özel olduğu saptandı. Aynı kişilerden farklı zamanlarda alınan nefes örneklerinin incelendiği bu araştırmada, nefesteki kimyasal bileşenler özel cihazlarla analiz edildi. Bu araştırmaya göre, nefes verirken ortaya çıkan su buharı ve karbondioksit gibi bazı atıkların herkeste aynı olduğu görülürken, bazı atıkların kişiye özel olduğu tespit edildi. Buna göre nefesimizin de parmak izi, iris, retina gibi biyometrik bir özellik taşıdığı yani bize özel olduğu ortaya çıkıyor. Şimdilik bu testler büyük ve pahalı cihazlar ile yapılıyor. Ancak bu büyük cihazların yerini alabilecek küçük ve taşınabilir cihazların üretilmesine yönelik çalışmalar hızla devam ediyor. Bu başarıldığında kim bilir belki de evimizin kapısını ya da kasamızı sadece üfleyerek açacağız.

(Düzenlenmiştir.)

Bilim ve Teknik Dergisi, Haziran 2015

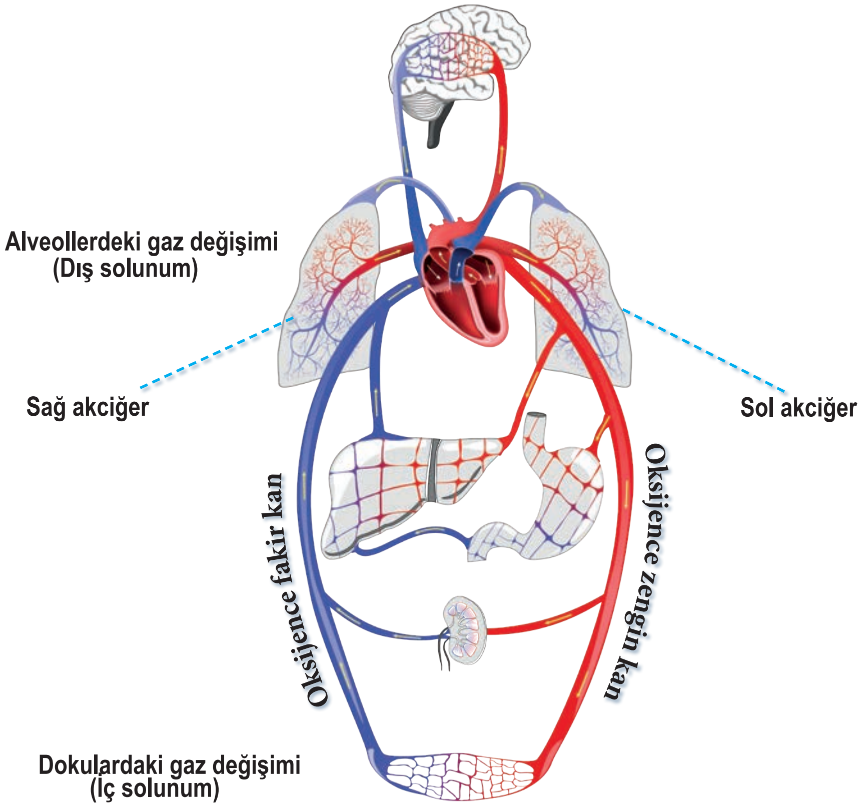
HAZIRLAN YORUM

1. Nefesin parmak izi gibi ayırt edici olmasını sağlayan özellik nedir?
2. Soluk alıp veremeyen bir insanda ne tür sağlık sorunları ortaya çıkabilir?

1.5.1. SOLUNUM SİSTEMİNİN YAPISI, GÖREVİ VE İŞLEYİŞİ

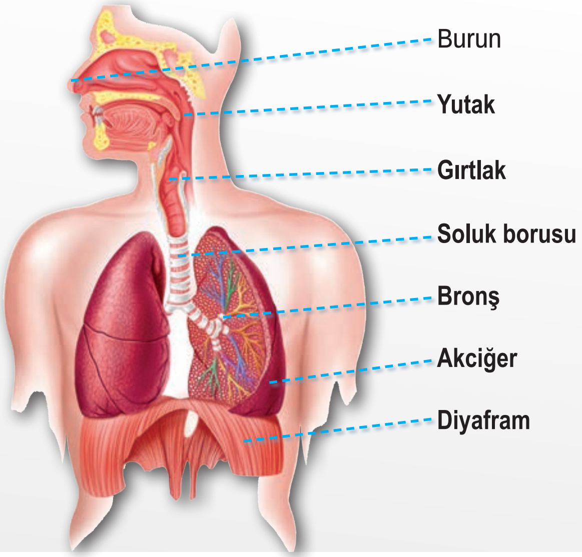
Vücuttaki hücrelerin ihtiyacı olan oksijenin dış ortamdan alınması için solunum sistemine gereksinim duyulur. Bu sistemle aynı zamanda hücrelerin üretmiş olduğu metabolik atık olan karbondioksit de dışarı atılır. Solunum gazları adı verilen bu gazlar, dolaşım sistemi sayesinde taşınır.

Solunum, dış solunum ve iç solunum olmak üzere iki aşamalıdır. Akciğerdeki alveoller ve bunları saran kılcal damarlarla solunum gazlarının difüzyonu **dış solunum** olarak adlandırılır. Doku kılcallarıyla doku hücreleri arasındaki gazların difüzyonuna ise **iç solunum** adı verilir (Görsel 1.5.1).


Alveollerdeki gaz değişimi
(Dış solunum)
Sağ akciğer
Sol akciğer
Oksijence fakir kan
Oksijence zengin kan
Dokulardaki gaz değişimi
(İç solunum)

Görsel 1.5.1: İç ve dış solunum

Solunum sistemini oluşturan yapılar burun, yutak, gırtlak, soluk borusu ve akciğerlerdir (Görsel 1.5.2). Burun, yutak, gırtlak ve soluk borusundan oluşan bölüme üst solunum yolu denir. Bu yapılarla alınan hava aynı zamanda temizlenir, ısıtılır ve nemlendirilir.


Burun
Yutak
Gırtlak
Soluk borusu
Bronş
Akciğer
Diyafram

Görsel 1.5.2: Solunum sistemini oluşturan yapılar

Burun: Havanın alındığı kısımdır. Burun kılları ve mukus sayesinde alınan havadaki toz gibi yabancı maddeler arındırılır. Burundan alınan hava ısıtılarak solunum sisteminin diğer yapılarına iletilir. Bu nedenle burundan nefes almak daha sağlıklıdır. Burun taşıdığı koku reseptörleriyle koku alınmasında da görev alır.

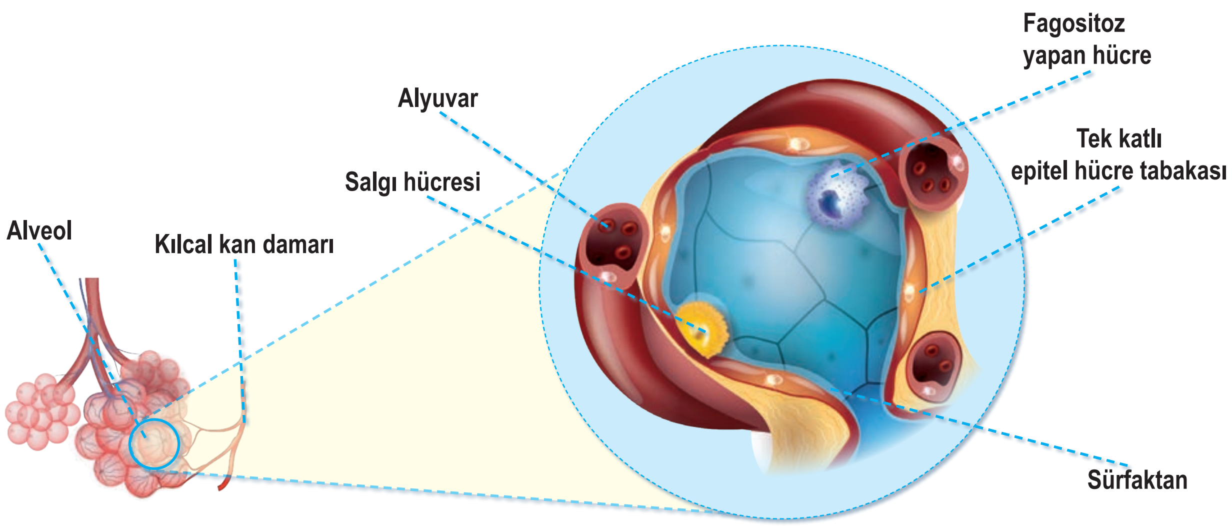
Yutak: Sindirim sistemini ve solunum sistemini birbirinden ayıran bölümdür. Yutak; ağız ve burun boşluğuna, yemek borusu ve soluk borusuna açılır. Östaki kanalının bir ucuyla bağlantılıdır.

Gırtlak: Havanın soluk borusuna geçişini sağlar. Gırtlak kapağı, yutkunma esnasında gırtlağı kapatarak besinlerin soluk borusuna kaçmasını önler. Gırtlakta ses telleri bulunur. Ses telleri sesin oluşumunda görevlidir.

Soluk Borusu: Gırtlak ile akciğer arasında bulunan yaklaşık 12 cm uzunluğunda 2-3 cm genişliğinde bir borudur. Dıştan içe doğru bağ dokudan, kıkırdak doku ve epitel dokudan oluşur. C harfi şeklindeki kıkırdak doku, soluk borusunun sürekli açık kalmasını sağlar. Soluk borusunun iç yüzeyindeki epitel hücreleri silli yapıda olup aralarında mukus salgılayan hücreler bulunur. Yabancı maddeler, silli epitel hücrelerinin salgıladığı mukus sıvısıyla gırtlağa doğru hareket ettirilerek dışarı atılır. Sigara dumanını solumak bu silli yapıya zarar verir. Soluk borusu akciğerlere geldiğinde sağ ve sol akciğere doğru iki kola ayrılır. Bu kollara **bronş** adı verilir. Bronşlar akciğerin içinde **bronşçuk** (bronşiol) denilen daha ince dallara ayrılır.

Akciğerler: Göğüs boşluğunda yer alır. Sağ ve sol akciğer olmak üzere iki bölümden oluşur. Sağ akciğer üç loplu, sol akciğer iki lopludur. Akciğerler süngerimsi bir yapıdadır ve plevra denilen çift katlı ince zarla örtülüdür. Plevra zarları arasındaki boşlukta plevra sıvısı bulunur. Bu sıvı, akciğerlerin solunum sırasında hareketini kolaylaştırır. Sağ akciğerin sol akciğere oranla %10 daha büyük olmasının sebebi kalbin göğüs kafesinin sol tarafına yerleşmiş olmasıdır.

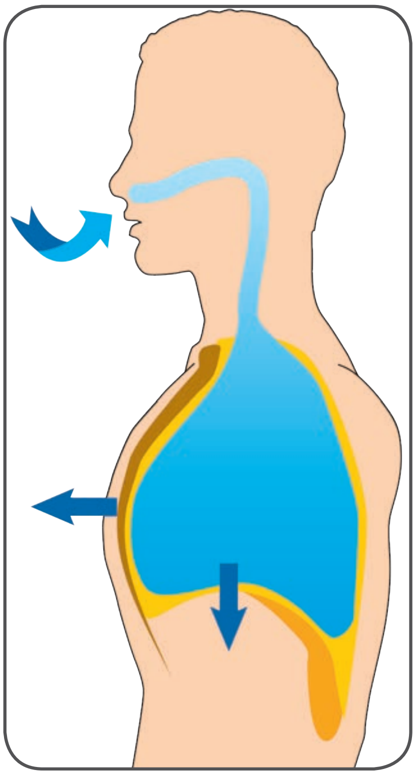
Akciğerlerde gaz değişiminin gerçekleştiği kese şeklindeki fonksiyonel birimlere **alveol** denir. Alveoller şekil olarak üzüm salkımına benzer. Alveoller, bronşçukların uç noktalarında bulunan hava keseleridir. Alveollerin çevresinde kılcal kan damarları vardır. Her iki akciğerde yaklaşık 300 milyon kadar alveol bulunur. Tek katlı yassı epitelden oluşan alveoller gaz değişimi için yüzey alanını genişletir. Yetişkin bir insanın akciğerlerindeki alveollerin toplam yüzey alanı yaklaşık 100 m^2'dir. Alveoller salgı yapan hücreler de içerir. Bu hücrelerin **sürfaktan** adı verilen lipoprotein salgıları, yüzey gerilimini azaltarak alveollerin daha kolay şişmesini sağlar. Nefes verince alveollerin birbirine yapışmasını önler. Ayrıca alveollerdeki fagosit hücreler yabancı mikroorganizmaları ve cisimleri yok eder (Görsel 1.5.3).



Görsel 1.5.3: Alveollerin yapısı

SOLUK ALIP VERME MEKANİZMASI

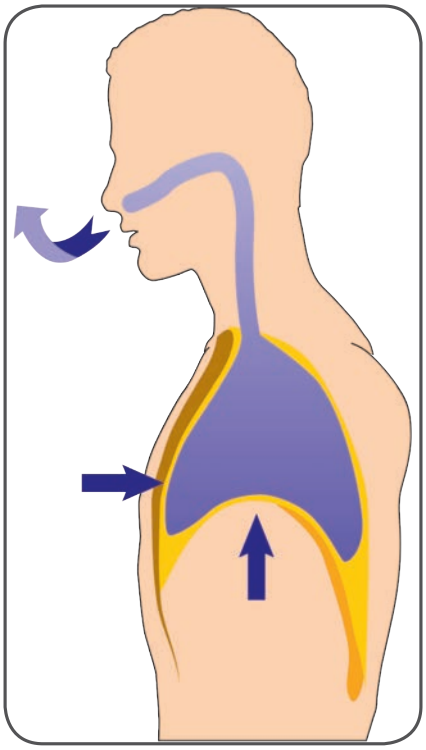
Soluk alıp vermede kaburga kasları ve diyafram etkilidir. Diyafram göğüs boşluğu ve karın boşluğunu birbirinden ayıran kaslı yapıdır. Soluk alıp verme işlemi, göğüs boşluğu hacminin genişlemesi ve daralması sonucu oluşan basınç değişiminden kaynaklanır. Soluk almada kaburga kasları kasılarak göğüs boşluğunu öne doğru genişletir. Aynı zamanda diyafram kasılarak düzleşir ve göğüs boşluğu genişler. Akciğerlerin hacmi artar ve iç basınç azalır. Hava, atmosfer basıncı akciğer basıncından daha büyük duruma geldiği için burun ve ağızdan girerek alveollere ulaşır. Bu olay, kasların kasılmasıyla gerçekleştiğinden enerji harcanır (Görsel 1.5.4).



Görsel 1.5.4: Soluk alma

Soluk vermede kaburga kasları ve diyafram kası gevşer. Diyafram kubbeleşir. Böylece göğüs boşluğunun hacmi daralır. Hava, göğüs boşluğundaki iç basınç dış basınçtan daha yüksek duruma geldiği için akciğerlerden dışa doğru hareket eder. Akciğer yapısındaki elastik liflerden ve plevra sıvısının yüzey geriliminden dolayı genişlemiş akciğer eski hâline dönmek ister. Buna **geri yaylanma basıncı** denir. Akciğerlerin geri yaylanma basıncı da soluk vermeyi kolaylaştırır. Soluk verme pasif bir hareket olduğundan vücutta soluk alma kadar enerji harcanmaz, kaslar gevşerken de enerji harcanır (Görsel 1.5.5).

Özellikle boyun, sırt, göğüs ve karın kasları gibi kaslar da egzersiz sırasında solunuma yardımcı olur. Yetişkin bir birey dakikada 12-18 kez soluk alıp verir. Bu sayı aktiviteye bağlı olarak enerji ve oksijen ihtiyacının artması gibi durumlarda artar.

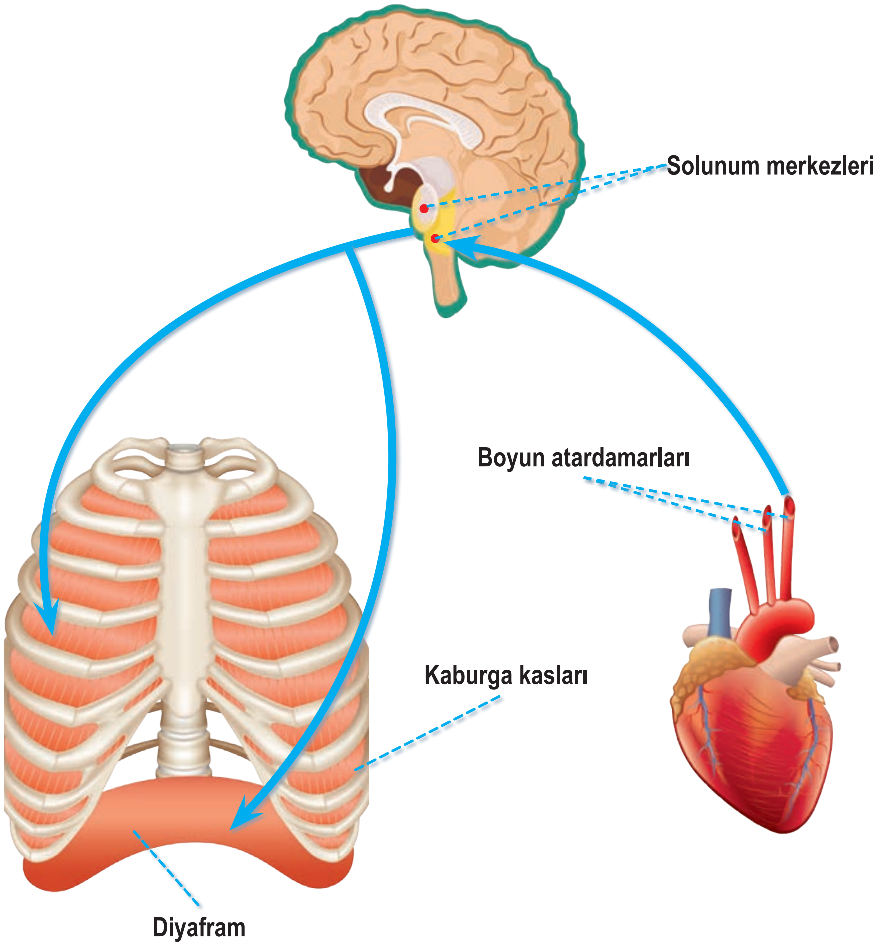


Görsel 1.5.5: Soluk verme

SOLUK ALIP VERMENİN KONTROLÜ

Omurilik soğanı ve ponsta bulunan çeşitli nöron grupları solunum merkezini oluşturur. Solunum merkezi, soluk alıp verme hızını ve kandaki oksijenle karbondioksit miktarının sabit tutulmasını düzenler. Her ne kadar kısa bir süre için soluk alıp verme mekanizması istemli bir şekilde yürütülmeye çalışılsa da solunum merkezi bu işleri istemsiz yapmaktan sorumludur.

Solunum merkezini asıl uyaran kandaki CO_2 miktarıdır. Kanda, beyin-omurilik sıvısında (BOS) ve doku sıvısında CO_2 seviyesinin artması sonucu suyla birleşen CO_2 karbonik asit oluşturur. Karbonik asit, bikarbonat iyonuna (HCO_3^-) ve hidrojen iyonuna (H^+) ayrışır. Dolayısıyla pH düşer. pH değişiklikleri kan damarlarındaki ve solunum merkezindeki kemoreseptörler sayesinde algılanır. Solunum merkezinden çıkan sinyaller, diyafram kasına ve kaburga kaslarına iletilerek akciğerlerin soluk alıp verme hızını ve derinliğini düzenler (Görsel 1.5.6). Hücresel solunum sonucu CO_2'in kandaki seviyesi düşüp pH normale döndüğünde solunum merkezinden gelen sinyallerle solunum normale döner. Böylece homeostasi sağlanmış olur.



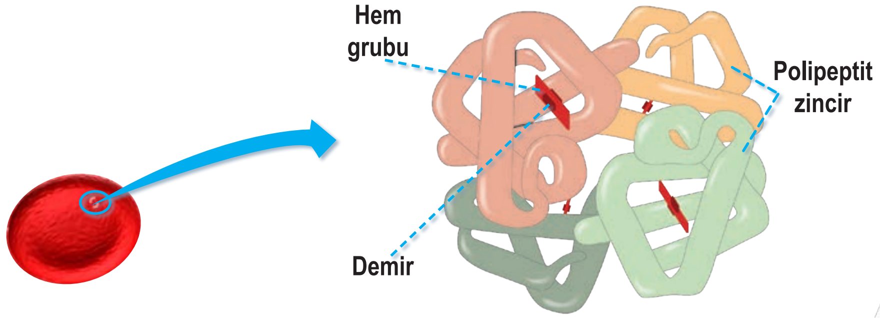
Görsel 1.5.6: Soluk alıp vermenin düzenlenmesi

Kandaki O_2 seviyesinin solunum merkezinin uyarılması üzerinde pek bir etkisi yoktur. Eğer kandaki O_2 seviyesi aşırı derecede düşecek olursa aorttaki ve boyun atardamarlarındaki kemoreseptörler, solunum merkezini uyararak solunumu hızlandırır.

1.5.2. ALVEOLLERDEN DOKULARA VE DOKULARDAN ALVEOLLERE GAZ TAŞINMASI

OKSİJENİN TAŞINMASI

Oksijen ve karbondioksit gerek dış solunum gerekse iç solunumda kısmi basınç farklılıklarından difüzyona uğrar. Atmosferden solunan havada oksijenin kısmi basıncı, alveol kılcallarındaki oksijenin kısmi basıncına göre daha yüksektir. Alveol boşluğundan kılcallara difüzyonla geçen oksijenin suda çözünürlüğü düşüktür. Kana geçen oksijenin büyük bir kısmı (%97'si) alyuvarlardaki solunum pigmenti olan hemoglobinle (Hb) dokulara kadar taşınır. Hemoglobin proteini demir atomu içerir. Hemoglobindeki demir atomunu içeren **hem grubu** oksijen taşır (Görsel 1.5.7).



Görsel 1.5.7: Hemoglobinin yapısı

Önemli !

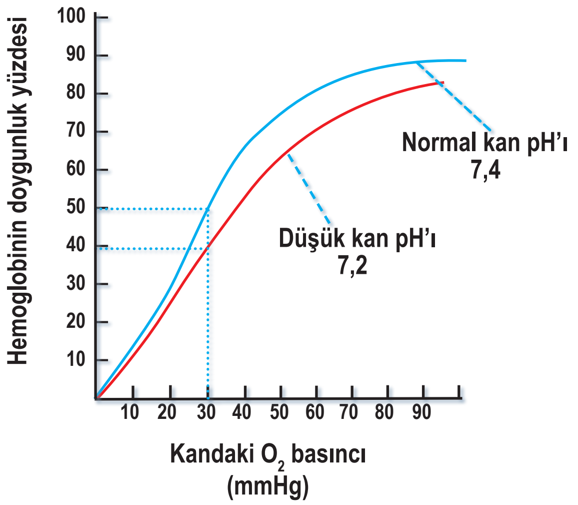
Bir alyuvarda yaklaşık 250 milyon hemoglobin bulunur.

Oksijen bağlanmış hemoglobine **oksihemoglobin** denir. Alınan oksijenin %3'ü kan plazmasında çözünmüş hâlde taşınır.

Alveol kılcallarında …………… $Hb + O_2 \longrightarrow HbO_2$ (Oksihemoglobin)

Doku kılcallarında …………… $HbO_2 \longrightarrow Hb + O_2$

Dokulara gelen kandaki oksijenin yoğunluğu, doku sıvısına oranla daha yüksektir. Oksijen difüzyonla hemoglobin molekülünden plazmaya, plazmadan da doku sıvısına ve hücrelere geçer. Doku kılcallarında, hücrelerin oksijenli solunumu sonucu CO_2 miktarı artar. Karbondioksitten karbonik asit oluşur. Karbonik asit, bikarbonat iyonlarına (HCO_3^-) ve hidrojen iyonlarına (H^+) ayrışır. Ortamdaki hidrojen iyonlarının yoğunluğu pH'ı düşürür ve asitlik artar. Hidrojen iyonlarının artışı hemoglobinin oksijeni bırakma eğilimini artırır. Buna **Bohr etkisi** denir (Grafik 1.5.1). Bohr etkisi sayesinde dokular oksijen bakımından zenginleşir.



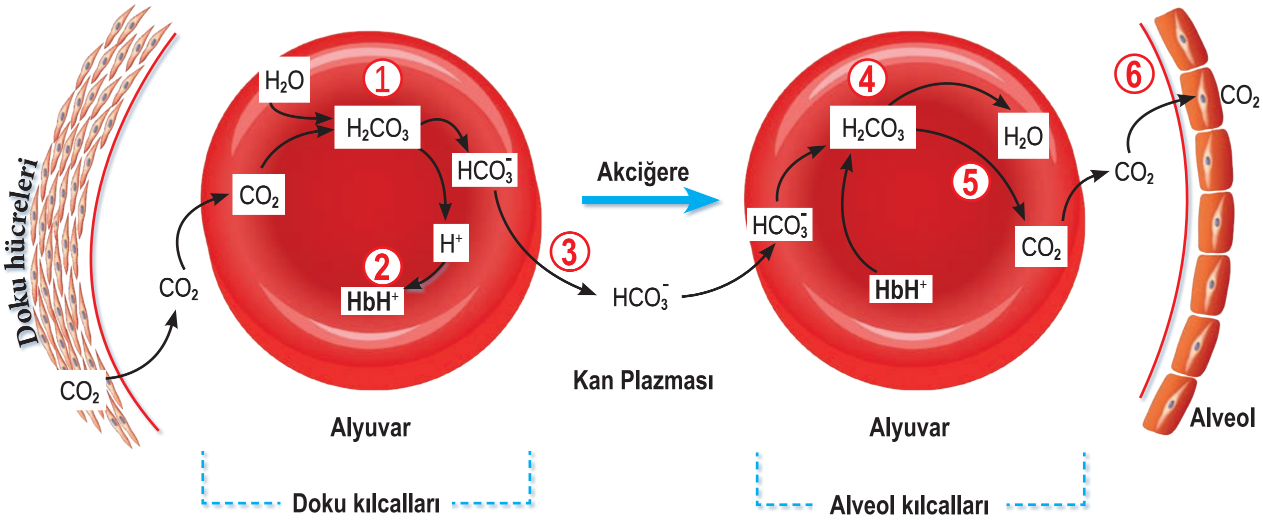
Grafik 1.5.1: Kandaki pH değişikliğinin hemoglobin doygunluğu üzerine etkisi

KARBONDİOKSİTİN TAŞINMASI

Hücrelerin metabolizması sonucu açığa çıkan CO_2'in %7'si plazmada çözünmüş hâlde, %23'ü hemoglobine bağlı şekilde (karbaminohemoglobin), geri kalan %70'i bikarbonat iyonları şeklinde taşınır.

Karbondioksit, hücrelerden doku sıvısına buradan da kısmi basınç farkından kılcal damarlara geçer. Alyuvarların yapısındaki karbonik anhidraz enzimi, CO_2'i suyla birleştirerek karbonik asidi (H_2CO_3) oluşturur **(1)**. Karbonik asit, bikarbonat (HCO_3^-) ve hidrojen iyonlarına (H^+) ayrışır. Hidrojen iyonlarının çoğu hemoglobine bağlanarak **(2)** kandaki pH değişikliğini en aza indirger. Bikarbonat iyonları (HCO_3^-) plazmaya geçer **(3)**.

Alveol kılcallarına gelindiğinde bu işlemlerin sırası tersine çevrilir. Bikarbonat ve hidrojen iyonları birleşerek karbonik asidi oluşturur **(4)**. Alyuvarlardaki karbonik anhidraz enzimi, karbonik asidi CO_2 ve suya dönüştürür **(5)**. CO_2, kandaki kısmi basınç fazlalığından alveollere geçer ve vücuttan atılır **(6)** (Görsel 1.5.8).


Doku hücreleri
CO₂
CO₂
H₂O
①
H₂CO₃
CO₂
HCO₃⁻
H⁺
②
HbH⁺
③
Alyuvar
Doku kılcalları
Akciğere
HCO₃⁻
Kan Plazması
④
H₂CO₃
H₂O
⑤
HCO₃⁻
CO₂
HbH⁺
Alyuvar
Alveol kılcalları
⑥
CO₂
CO₂
Alveol

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{(Karbonik asit)}}{H_2CO_3} \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

$$Hb + H^+ \rightleftharpoons HbH^+$$

Görsel 1.5.8: Karbondioksidin kanda taşınması

ARAŞTIRIYORUM

Soba zehirlenmesi de denilen karbonmonoksit zehirlenmesi nasıl oluşur? Araştırınız.

1.5.3. SOLUNUM SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI

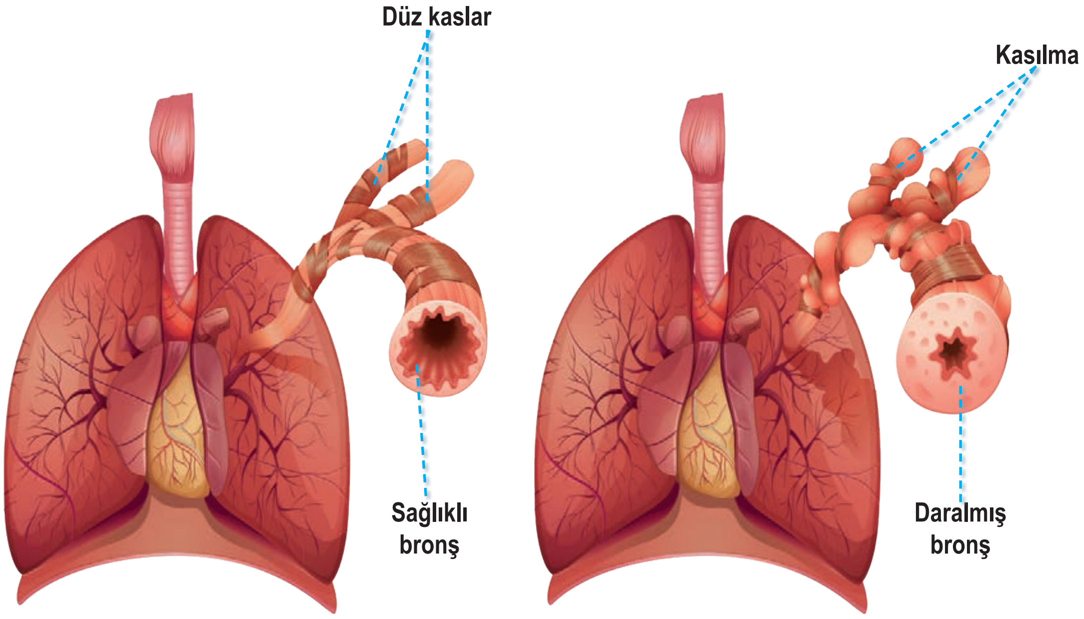
Solunum sistemindeki rahatsızlıklar genellikle solunum yollarındaki daralma, tıkanma, bozulma ya da enfeksiyon gibi nedenlerle ortaya çıkar. Zaman zaman acı verici olabilen solunum sistemi rahatsızlıkları, insanın yaşam kalitesini düşürdüğü gibi başka hastalıkları da tetikleyebilir. KOAH ve astım solunum sistemi rahatsızlıklarındandır.

KOAH

KOAH (Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı) bronşlarda uzun süre devam eden tıkanıklık sebebiyle oluşan bir rahatsızlıktır. Bu rahatsızlığın en önemli nedeni tütün ve tütün mamulleri kullanımıdır. Bu mamullerin dumanından etkilenen kişilerde de bu hastalık görülebilir. Bununla birlikte hava kirliliği, genetik özellik, yaş, cinsiyet, iş ortamında kullanılan kimyasallara ve toza maruz kalma önemli risk faktörleri arasındadır. Uzun süre duman ya da başka maddelerin solunması, bronş ve bronşçuklarda kronik enfeksiyonlar oluşmasına neden olur. Bu enfeksiyonlar, solunum yollarındaki koruyucu mekanizmayı bozar. Zamanla öksürük, balgam çıkarma, nefes darlığı ve çabuk yorulma gibi belirtiler ortaya çıkar. KOAH hastalarında kalp yetmezliği ve kalpte düzensiz çalışma durumu da görülebilir. Uzun süreli ataklar akciğer kanseri oluşumuna neden olur.

Astım

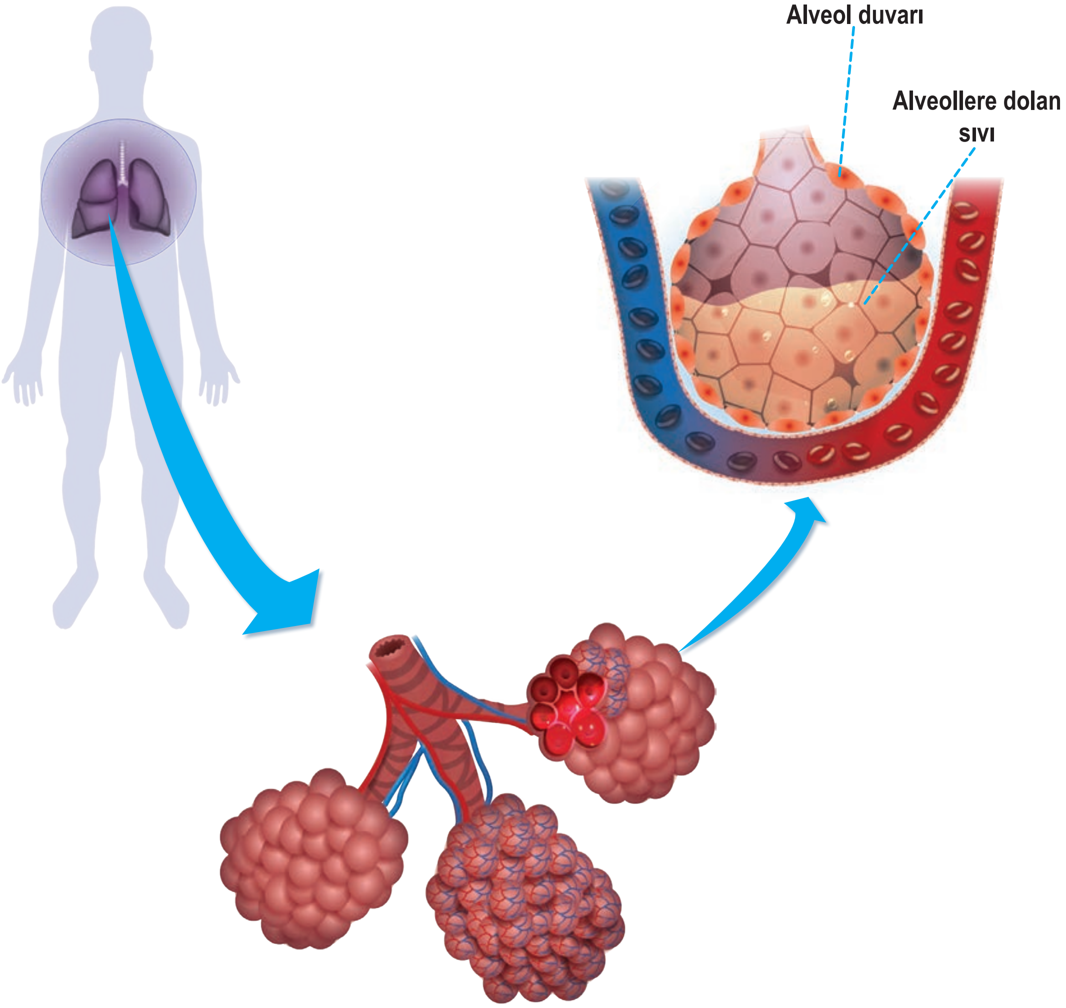
Bronşçuklarda mukus salgısının çok fazla artması ve düz kasların kontrolsüz kasılması (spazm) sonucu oluşan bir rahatsızlıktır. Bu rahatsızlık, solunum yollarında kronik daralmaya neden olur (Görsel 1.5.9). Polenler, mantar sporları, kirli ve tozlu hava, bazı besinler ve çeşitli ilaçlar astıma neden olabilir. Genetik yatkınlık da astım rahatsızlığının oluşmasında etkilidir. Astımlı bireylerde hışıltılı nefes, göğüste sıkışma ve öksürük nöbetleri görülür.



Görsel 1.5.9: Astıma bağlı olarak akciğerde solunum yollarında daralma

Zatürre (Akciğer İltihabı)

Zatürre, akciğer alveollerinin enfeksiyonu sonucu akciğerlerde sıvı ve kan toplanmasıdır (Görsel 1.5.10). En yaygın tipi pnömokok bakterilerinin neden olduğu enfeksiyondur. Yaşlılık, tütün mamullerinin kullanımı, bağışıklık sistemini baskılayan ilaçlar ve hastalıklar bu bakterilerin gelişme riskini artırır. Zatürrede ateş, öksürük, üşüme, titreme, soluk alıp vermede güçlük, göğüs bölgesinde ağrı gibi belirtiler görülür. Tedavinin doktor kontrolünde zaman kaybedilmeden yapılması önemlidir.



Görsel 1.5.10: Alveollerde iltihaplanma ve zatürre oluşumu

Verem (Tüberküloz)

Tüberküloz bakterilerinin akciğerlerde oluşturduğu bir rahatsızlıktır. Akciğerlerde bu bakterilerin bulunduğu bölge makrofajlar tarafından sarılır. Fibröz doku oluşumuyla bölgede çıkıntılar (tüberkül) oluşur. Akciğerlerdeki bağ dokunun elastik yapısı bozulur ve solunum yüzeyi kalınlaşarak gazların difüzyon kapasitesi düşer. Genellikle iyi beslenemeyen kişilerde, kalabalık, havasız ve güneş görmeyen ortamlarda yaşayanlarda sık görülür. Tüberküloz bakterileri öksürük ve hapşırıkla havada asılı kalarak sağlıklı bireylere kolayca bulaşabilir. Evlerin temiz ve güneş görür olması, havalandırılması, hasta bireylerden korunma bu rahatsızlığın yayılmasını önler.

Gırtlak Kanseri

Gırtlağa yerleşmiş kanserleşmiş hücrelerin oluşturduğu tümörle gırtlak kanseri rahatsızlığı ortaya çıkar. Genellikle ses tellerine yakın bölgede oluştuğu için ses kısıklığı, yutkunma sırasında zorlanma ve ağrı, nefes darlığı gibi belirtiler ortaya çıkar. Gırtlak kanseri olan hastaların yüzde 95'i sigara içen kişilerdir. Tümörün boyutuna, evresine, metastaz durumuna, kişinin yaşına ve genel sağlık durumuna göre tedavisi yapılır. Cerrahi yöntem yanında radyoterapi veya kemoterapi kullanılır.

Akciğer Kanseri

Daha çok ilerleyen yaşlarda ortaya çıkan ve en önemli risk faktörü tütün mamulleri tüketimi olan bir rahatsızlıktır. Akciğer kanserinin tütün mamulleri kullananlarda görülme sıklığı, kullanmayanlara göre 20 kat daha fazladır. Bu rahatsızlığın belirtileri nefes darlığı, göğüs ağrısı, ses kısıklığı, kanlı balgam çıkartan öksürük, iştah ve kilo kaybıdır. Kanserojen sanayi maddeleri ve yüksek dozda radyasyon da akciğer kanserine yol açar. Vücuttaki diğer organlarda gelişen kanserin metastazıyla da bu rahatsızlık gelişebilir. Akciğer rahatsızlığının tedavisinde kemoterapi ve radyoterapi de uygulanır. İyi huylu tümörler ameliyatla yok edilebilir.

OKUMA PARÇASI

AKCİĞER KANSERİNE KARŞI ETKİLİ SEBZELER

Georgetown (*Corçtavn*) Üniversitesi Tıp Fakültesi araştırmacıları brokoli, karnabahar, su teresi gibi turpgillerde bulunan bazı bileşiklerin gerek hayvan deneylerinde gerekse insan akciğer kanser hücreleriyle yapılan deneylerde akciğer kanserinin gelişimini önlediğini açıkladılar. New York'taki Kanser Önleme Enstitüsüyle başka kanser uzmanlarının birlikte yürüttükleri çalışmaya katılan araştırmacılar, bu sebzelerden yapılan haplarla sigara kullanan ve bırakmış olanlarda akciğer kanserinin ortaya çıkmasının ya da ilerlemesinin engellenebileceği düşünmektedirler. Bu sebzelerdeki etken maddeleri içeren ilaçların ve bu sebzeleri yemenin de insanlarda kansere yakalanma riskini azaltabileceğini söylüyor.

Ekibin yürüttüğü çalışmalardan birinde, elde edilen aktif maddelerin, kansere yol açan maddelere maruz kalındıktan sonra kanser evrelerinin gelişimine etki yapıp yapmayacağı denenmek istenmiştir. Araştırmacılar önce deney farelerine sigaradaki kanser yapıcı maddelerden aşılamışlar ve daha sonra farelerin bir grubuna sebzelerden elde edilen bileşikleri yedirmeye başlamışlardır. Sonuçta bu besinlerdeki kimyasalların, iyi huylu akciğer tümörlerinin kötü huylu kanser tümörlerine dönüşmesini, kontrol grubundaki farelere kıyasla azalttığını gözlemişlerdir.

İkinci deneyde aynı bileşiklerin, hücre gelişimi ve yönetiminde önemli rol oynayan bir gen aşılanarak gelişmesi hızlandırılmış insan akciğer kanser hücreleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Laboratuvar deneyinde bu besinlere ait etken maddelerin türevinin, insan akciğer kanser hücrelerinin büyük kısmını yok ettiği görülmüştür.

Londra'daki University College araştırmacılarınca yönetilen bir araştırma, sıradan yiyeceklerimiz arasında başta gelen fasulye, ceviz ve tahıl ürünlerinde etkili bir kanser önleyici maddenin varlığını ortaya çıkardı. Mercimek, bezelye, fasulye gibi baklagillerle, ceviz, fındık ve buğday kepeğinde bulunan etken maddenin tümör gelişiminde anahtar rol oynayan enzimi baskıladığı bulunmuştur. Araştırmacılara göre bu gıdalar bakımından zengin bir diyet kanser riskini azaltırken, baskılayıcı madde de kanser tedavisi için yeni bir yöntemin ortaya çıkması anlamına geldiğini düşünmektedirler.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan kanser ilaçlarının daha etkili hâle getirilmesinde kullanılabileceğini göstermektedir. Kullanılan kemoterapi ilaçlarının hemen hepsi bir ölçüde toksik (zehirli) olduğundan bu bileşik yaygın bir kanser tedavi aracı olmaya aday görünmektedir.

(Düzenlenmiştir.)
Bilim ve Teknik Dergisi, Ekim 2005

1.5.4. SOLUNUM SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Solunum sistemi, solunum gazlarının vücuda alınmasını sağladığı için vücuttaki diğer sistemlerin sağlıklı yapısının korunmasında da etkilidir.

Tütün ve tütün mamullerinin dumanı, tozlu ve kirli hava solunum sisteminin zarar görmesine yol açar. Zehir etkisi yapan (toksik) maddeler, alerjik ve kanserojen etkiye sahip tozlar, astım ve akciğer kanseri gibi solunum sistemi rahatsızlıklarına neden olur. Madencilik, kaynakçılık, boyacılık, plastik, tekstil ve deri işçiliği, hayvan yetiştiriciliği ve tahıl çiftçiliği gibi meslek alanlarında çalışanlarda toza bağlı akciğer rahatsızlıkları görülme olasılığı yüksektir. Bu tür meslekle uğraşan kişiler, iş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili alınan tedbir ve kurallara uymalıdırlar. Çalışma ortamlarını sık sık havalandırarak tozdan arındırmalıdırlar.

Çeşitli enfeksiyonlar nedeniyle solunum yolunda yabancı madde ve salgı birikir. Bu durum solunum sisteminin sağlıklı yapısını olumsuz etkileyerek solunum yolunda hastalık oluşumuna neden olabilir. Oluşabilecek hastalıklara karşı korunmak için aşıların zamanında yapılması önemlidir. Enfeksiyonun ortaya çıkması durumunda gerekli tedavi zaman geçirilmeden uygulanmalıdır.

Solunum sisteminin sağlıklı yapısını korumak için yeterli ve dengeli beslenmeye dikkat edilmeli, bağışıklık sisteminin güçlenmesi sağlanmalıdır. Solunan havanın temiz ve uygun nem oranına sahip olmasına dikkat edilmelidir. Zararlı alışkanlıklardan uzak durulmalı ve açık havada spor yapılmalıdır.

OKU DEĞERLENDİR

Egzoz gazları ve sanayi alanında fabrikalardan çıkan dumanlar, dış ortam havasını kirletir. Ev içinde kullanılan parfüm, sprey, deterjan, boya gibi ürünler de iç ortam havasının kirlenmesine neden olur.
Hava kirliliği alerjik yapıya sahip kişilerde alerjen maddelere karşı hassasiyeti artırır. Alerjen maddeler, sağlıklı kişilerde herhangi bir tepkiye neden olmaz. Alerjik astım rahatsızlığı olan kişilerde göğüste sıkışma, nefes darlığı, nefes alıp verirken hırıltı, öksürük nöbetleri gibi tepkilere sebep olur. Sağlıklı bir kişide solunum kolayca gerçekleşir. Ancak astım rahatsızlığı olan kişilerde özellikle astım atakları sırasında bronşları çevreleyen kasların kasılması, bronşun iç bölümünü saran zarın şişmesi ve mukus salgısının artması sebebiyle solunum yolu daralır. Bunların sonucunda solunum güçlüğü ortaya çıkar.

Yukarıdaki metinde solunum sistemini etkileyen faktörlerin bazılarından söz edilmiştir. Buna göre solunum sisteminin sağlıklı yapısının korunması için neler yapılmalıdır? Yorumlayınız.

ARAŞTIRIYORUM

Solunum sistemini olumsuz etkileyen yaygın meslek hastalıklarını araştırınız. İş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili yanlış yapılan uygulamalarla ve bu uygulamalara karşı alınması gereken tedbirlerle ilgili kısa film hazırlayınız. Bu çalışma için EBA eğitim portalından yararlanınız. Çalışmanızı bireysel ya da grup çalışması şeklinde hazırlayabilirsiniz. Araştırmanızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

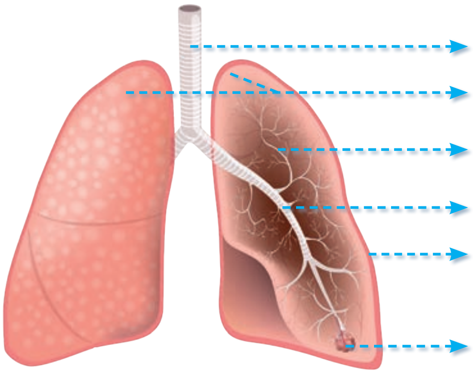
5. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki açık uçlu soruların yanıtını boş bırakılan alana yazınız.

1. Tabloda verilen ifadelerin hangilerinin soluk alma, hangilerinin soluk verme sırasında gerçekleştiğini işaretleyiniz.

	Soluk alma	Soluk verme
Akciğerlere oksijen geçişi		
Akciğer iç basıncının artması		
Kaburgalar arası kasların kasılması		
Alveollerdeki havanın dışarı verilmesi		
Göğüs boşluğu hacminin azalması		
Kaburgalar arası kasların gevşemesi		
Diyafram kasının düzleşmesi		
Diyafram kasının kubbeleşmesi		

2. Aşağıdaki görselde solunum sisteminin yapısında bulunan işaretli bölümlerin adlarını yazınız.



....

....

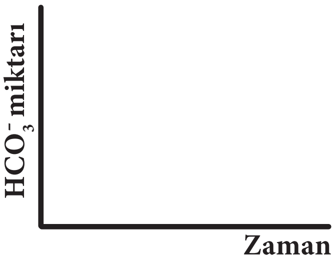
....

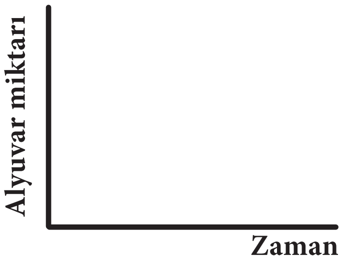
....

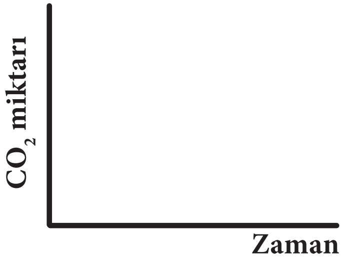
....

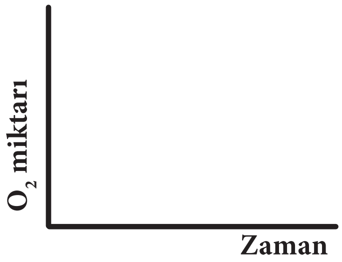
....

3. Akciğer kılcal damarından geçmekte olan kanın madde miktarında görülen değişimleriyle ilgili grafikleri çiziniz.









B) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

4. Solunum hızı

I. Kanda karbondioksit miktarı artışı
II. Kan pH'ının artması
III. Omurilik soğanının uyarılması
IV. Kanda oksijen miktarının azalması

olaylarından hangilerine bağlı olarak artar?

A) I ve III
B) I ve IV
C) I, II ve IV
D) I, III ve IV
E) II, III ve IV

5. Akciğerle alınan oksijenin vücut hücrelerine taşınması sırasında aşağıda verilenlerden hangisi en son gerçekleşir?

A) Oksijenin alyuvardaki hemoglobinle birleşerek oksihemoglobin oluşturması

B) Alveollere dolan havadaki oksijenin difüzyonla akciğer kılcal damarına geçmesi

C) Plazmadaki oksijenin difüzyonla doku sıvısına geçmesi

D) Oksijence zengin kanın kalpten vücuda pompalanması

E) Doku kılcal damarında oksijenin hemoglobinden ayrılması

6. Yiğit spor yapmayı seven bir gençtir. Yiğit'in yoğun egzersiz yapması sırasında soluk alıp vermesinin hızlanmasına neden olan en son olay aşağıdakilerden hangisidir?

A) Solunum merkezinin uyarılması

B) Hücrelerde karbondioksit miktarının artması

C) Kanın pH'ının düşmesi

D) Diyafram ve kaburgalar arası kasların uyarılması

E) Hücre solunumunun hızlanması

7. Aşağıdakilerden hangisi bir solunum sistemi rahatsızlığı olan KOAH'ın nedenlerinden biri değildir?

A) Tütün mamullerinin kullanımı

B) Hava kirliliği

C) Toza maruz kalma

D) Genetik faktörler

E) Vücut sıvılarının bileşiminde bozulma

8. Kalp ve akciğerde

I. Epitel hücre bulunması
II. Düz kas bulunması
III. Otonom sinir sisteminin kontrolünde çalışması
IV. Perikart zarının olması

ifadelerinden hangileri ortaktır?

A) I ve II
B) I ve III
C) II ve III
D) I, II ve III
E) I, III ve IV

9. Solunum sisteminin sağlıklı yapısının korunmasında

I. Yeterli ve dengeli beslenmek
II. Bağışıklık sistemini güçlendirmek
III. Spor yapmak
IV. Zararlı alışkanlıklardan uzak durmak

ifadelerinden hangileri etkilidir?

A) I ve II

B) II ve III

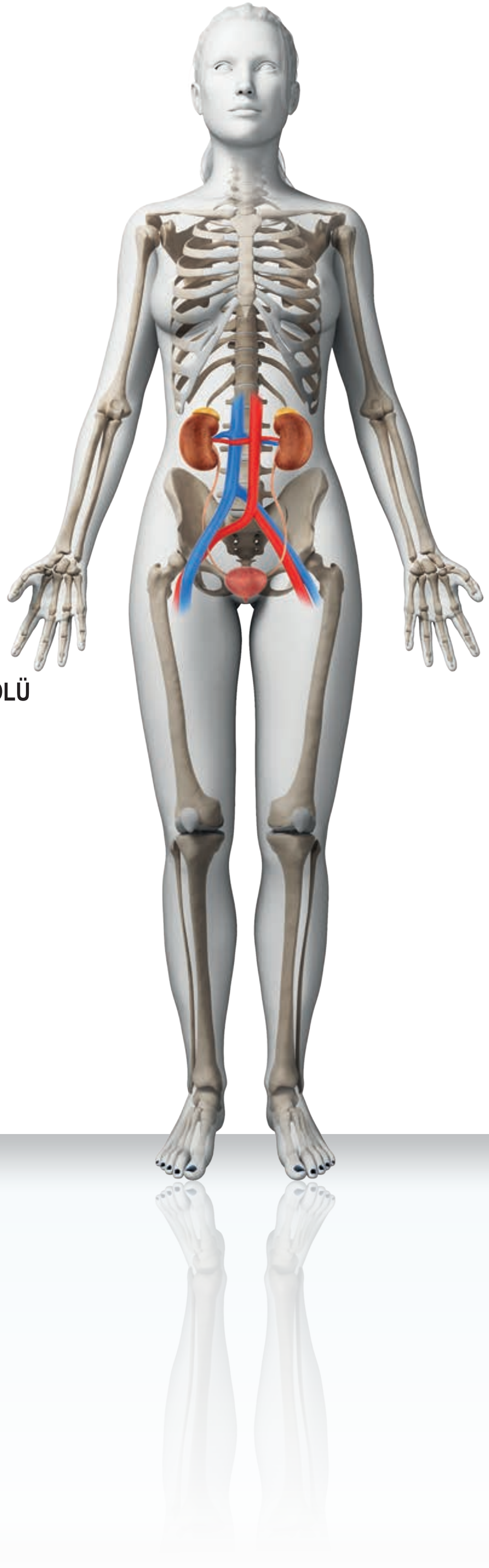
C) III ve IV

D) II, III ve IV

E) I, II, III ve IV

6. BÖLÜM

ÜRİNER SİSTEM



ANAHTAR KAVRAMLAR

- Böbrek
- Böbreğin yapısı
- Böbrek nakli
- Diyaliz
- Nefron
- Mesane
- Üreter
- Üretra

İÇERİK

- 1.6.1. ÜRİNER SİSTEMİN YAPISI, GÖREVİ VE İŞLEYİŞİ
- 1.6.2. HOMEOSTASİNİN SAĞLANMASINDA BÖBREKLERİN ROLÜ
- 1.6.3. ÜRİNER SİSTEM RAHATSIZLIKLARI
- 1.6.4. ÜRİNER SİSTEMİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

BÖBREK NE SÖYLER?

Hastalandığınız zaman bazen neden idrar tahlili istenir? Hastalıkların bir kısmını idrar tahlili ile anlamak mümkün. Bu tetkik özellikle idrar yolları hastalıklarını teşhis etmek için önemli. Örneğin idrar yolu enfeksiyonunda idrarda akyuvar artışı veya bakteri görülebiliyor. Böbrek hastalıklarının teşhisinde idrarda görülen kırmızı kan hücreleri ve "albumin" adlı protein de önemli. Ancak idrar tahlili ile sadece idrar yolları hastalıkları değil diğer organları etkileyen hastalıklar da teşhis edilebiliyor. Örneğin mikrobik sarılıkta idrarda bilirubin görülüyor. Diyabet hastalığında ise idrarda şeker tespit ediliyor. Geliştirilen yeni sistemlerle yapılması oldukça kolay olan bu tetkik günümüzde rutin sağlık kontrolünün de bir parçası. Bir böbrek nasıl oluyor da süzdüğü maddelerin hangilerinin yararlı hangilerinin zararlı olabileceğine karar veriyor? Böbreklerde hangi maddenin zararlı hangi maddenin yararlı olduğuna karar verecek beyin benzeri bir merkez yoktur. Kan böbrek içerisindeki ince damarlardan geçerken çeşitli moleküller süzülerek küçük toplayıcı kanallarda birikir. "Tübül" denilen ince kanallardaki sıvı kanın filtre edilmiş şeklidir ve en sonunda idrar olarak böbreğin içerisine dökülür. Hangi molekülün atılacağı veya geri emileceği kandaki konsantrasyonlarına veya vücudun ihtiyacına göre belirlenir. Burada belirleyici mekanizma aktif veya pasif geçirgenlik kurallarıdır. Yani fiziksel kurallara göre maddeler kan ve idrar arasında yer değiştirir. Böylece kandaki kimyasal denge sürekli olarak sağlanır. Bu dengeyi bozacak yüksek miktardaki maddeler böbrek tarafından süzülerek idrar olarak atılır.

(Düzenlenmiştir.)

Bilim ve Teknik Dergisi, Mart 2003

HAZIRLAN YORUM

1. İdrar tahliliyle hangi hastalıkların teşhisi mümkündür?
2. Kandaki kimyasal dengeyi sağlamak amacıyla hangi organ idrar oluşturur?

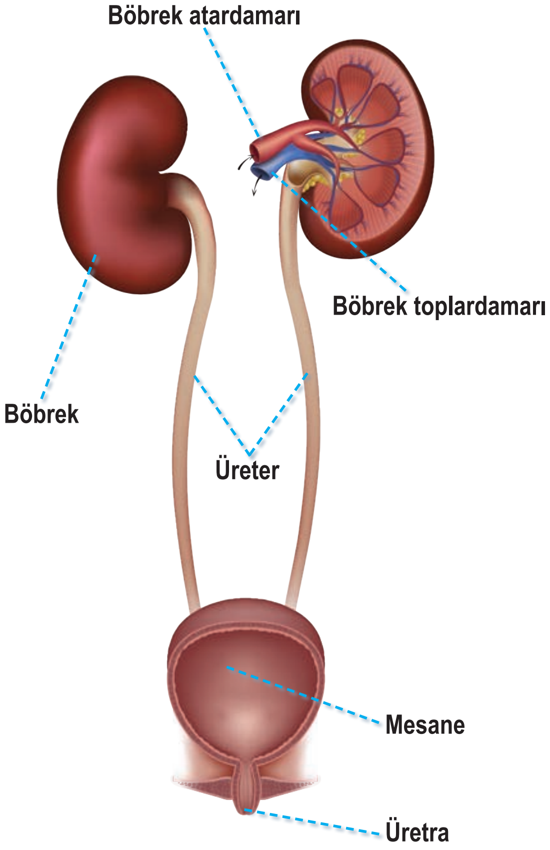
1.6.1. ÜRİNER SİSTEMİN YAPISI, GÖREVİ VE İŞLEYİŞİ

Canlılarda metabolizma sonucu oluşan, vücut için gerekli olmayan ya da vücuda zararlı olan maddelerin dış ortama verilmesine **boşaltım** denir. Boşaltımda görev alan organlardan oluşan sisteme **üriner sistem** adı verilir. Hücrede metabolik olaylar sonucu oluşan atıklar, zararlı ve zehirli maddeler boşaltım ürünleridir. Azotlu bileşikler olan proteinler ve nükleik asitler, hücrede yıkılırken zehir etkisine sahip amonyak açığa çıkar. Vücut, bu amonyağı karaciğerde üre döngüsüyle üreye çevirir.

Amonyağın üreye dönüştürülmesi karasal canlılarda su kaybını azaltmaya yönelik bir adaptasyondur. Üre, diğer metabolik atıklarla üriner sistem sayesinde vücuttan uzaklaştırılır. Üriner sistem, atık maddeleri vücuttan uzaklaştırırken aynı zamanda vücut sıvılarının hacminin ve bileşiminin kontrolüne yardımcı olur.

Üriner sistem, yabancı maddeleri ve metabolik atıkları vücuttan uzaklaştırmanın yanı sıra vücudun su dengesini düzenleyerek kanın hacmini ve basıncını da ayarlar. Sodyum, potasyum ve klor gibi elektrolitlerin kan plazmasındaki yoğunluğunun ayarlanmasında üriner sistem etkili olur. Üriner sistem kanın pH seviyesinin dengelenmesine de katkıda bulunur. D_3 vitaminini aktifleştirerek kalsiyum seviyesinin ayarlanmasına yardım eder. Böbrekler ve karaciğerde uzun süreli açlık durumunda laktik asit, pirüvat, gliserol, aminoasit gibi karbonhidrat olmayan kaynaklardan glikoz sentezlenir. Böylece vücudun şeker ihtiyacı karşılanır. Böbrekler eritropoietin hormonu salgılayarak kemik iliğinde alyuvar yapımını uyarır. Bu nedenle kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda genellikle anemi gelişir. Böbrekler hasar görmüşse görevini yerine getirmez. Dolayısıyla yeterli düzeyde eritropoietin hormonu salgılayamazlarsa alyuvar sayısında sürekli bir düşüş söz konusu olur.

Üriner sistem; böbreklerden, üreterden, idrar kesesinden (mesane) ve üretradan oluşur (Görsel 1.6.1). Böbrek atardamarıyla böbreklere gelen kan burada süzülür. İdrar, üreterle idrar kesesine taşınır. İdrar kesesinde depolanan atıklar üretrayla dışarı atılır.

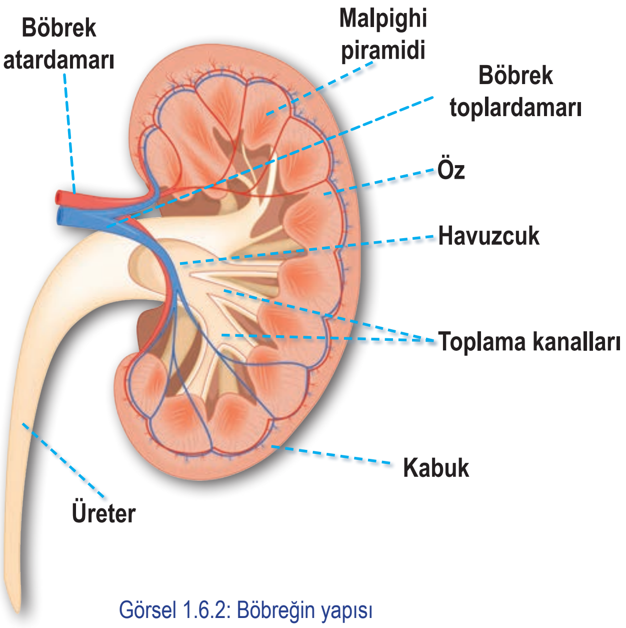


Görsel 1.6.1: Üriner sistemin yapıları

ARAŞTIRIYORUM

Vücutta metabolizma sonucu oluşan ürenin kandaki miktarının artmasının nedenlerini Genel Ağ üzerinden araştırınız. Araştırmanızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

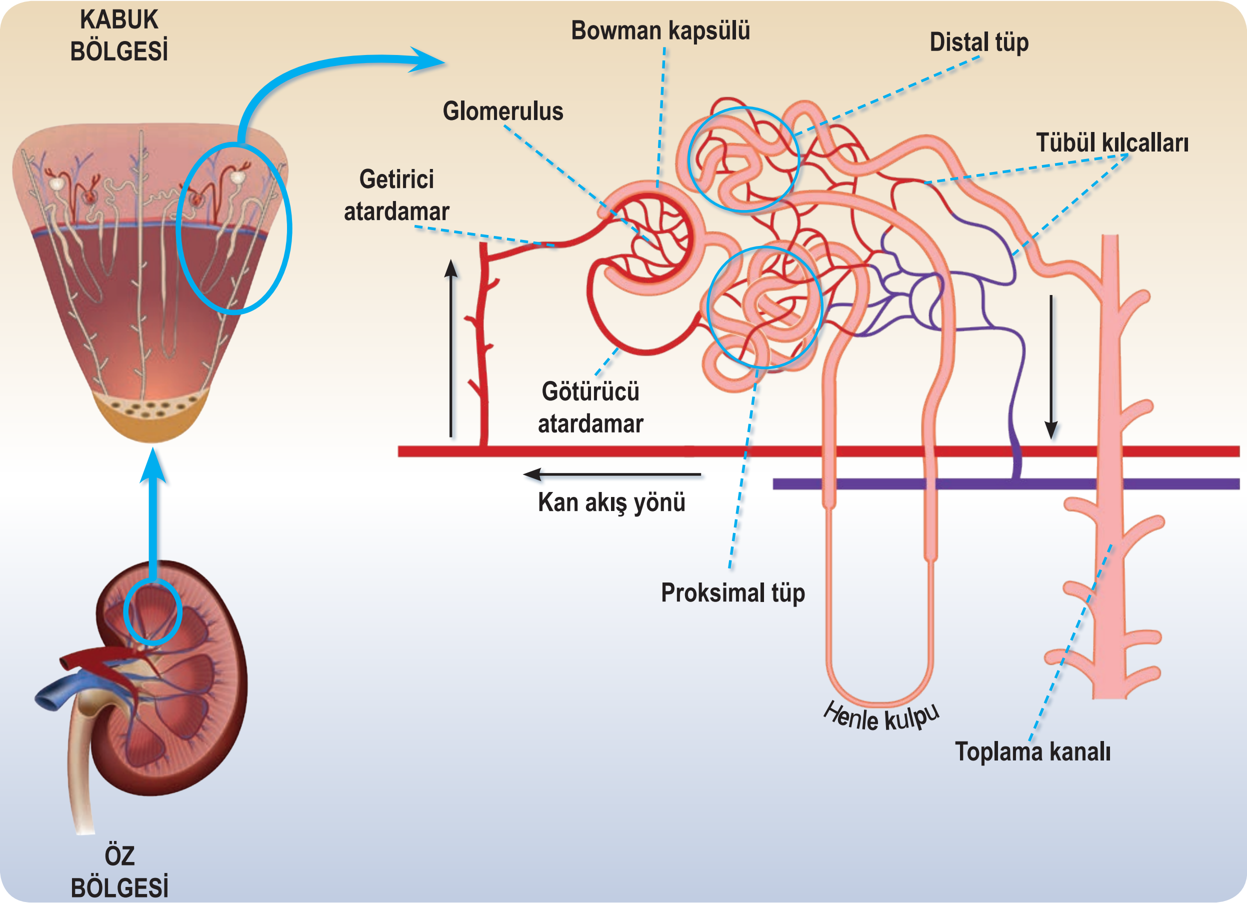
Böbrekler; karın boşluğunun arka tarafında yer alan, idrar oluşumunu sağlayan bir çift organdır. Yetişkin bir insanda her biri yumruk büyüklüğünde yaklaşık 150 gram ağırlığındadır. Kalpten çıkan oksijence zengin kanın yaklaşık %25'i böbreklere gelir. Dakikada yaklaşık 1100 ml kan böbreklerden geçer. Böbrekler; kabuktan (korteks), özden (medulla) ve havuzcuktan (pelvis) oluşur (Görsel 1.6.2).


Böbrek atardamarı
Malpighi piramidi
Böbrek toplardamarı
Öz
Havuzcuk
Toplama kanalları
Kabuk
Üreter

Görsel 1.6.2: Böbreğin yapısı

Böbrek, bağ dokudan oluşmuş bir zarla çevrilidir. İdrar; böbrekteki nefronlar tarafından oluşturulur, kanallar vasıtasıyla havuzcukta toplanır, üreterle mesaneye taşınır.

Böbreklerin işlevsel birimleri nefronlardır (Görsel 1.6.3). Yetişkin bir insanın her bir böbreğinde yaklaşık bir milyon nefron bulunur. Kabuk ve öz bölgelerinde konumlanan nefronların bazıları öz bölgesinin derinliklerine kadar uzanır. Nefronlar, suyun geri kazanımında ve yoğun idrar oluşumunda etkilidir. Bir nefronun yapısı glomerulus kılcalları, Bowman kapsülü, proksimal tüp, Henle kulpu, distal tüp ve idrar toplama kanallarından oluşur. Henle kulpunun inen ve çıkan kollarının alt tarafı daha ince duvarlara sahiptir.


KABUK BÖLGESİ
ÖZ BÖLGESİ
Bowman kapsülü
Distal tüp
Glomerulus
Tübül kılcalları
Getirici atardamar
Götürücü atardamar
Kan akış yönü
Proksimal tüp
Henle kulpu
Toplama kanalı

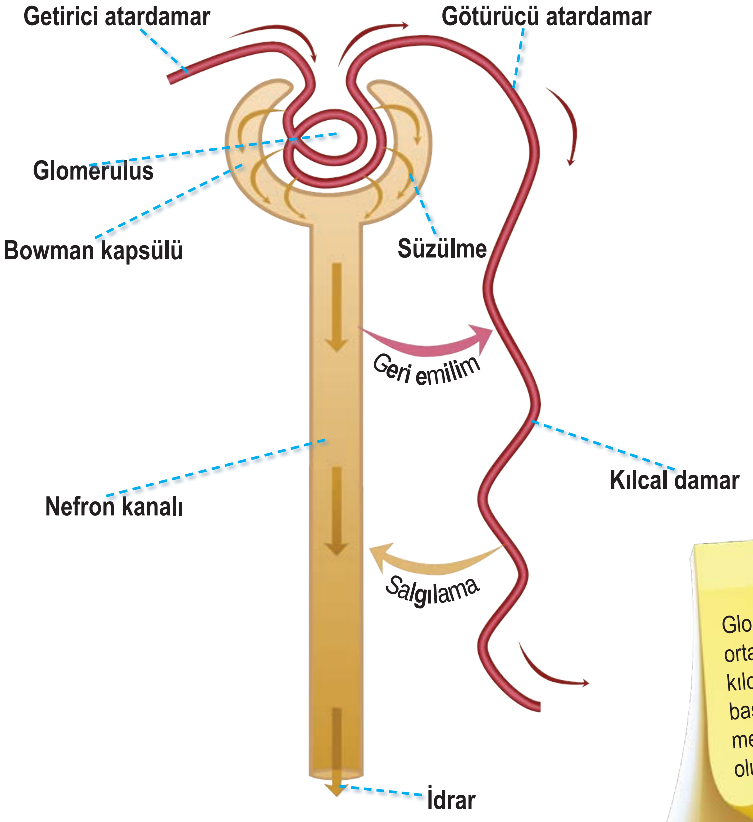
Görsel 1.6.3: Nefronun yapısı

Her bir nefronda nefrona kanı getiren getirici atardamar ile kanı götüren götürücü atardamar arasında bir kılcal damar yumağından oluşmuş **glomerulus** bulunur. Glomerulus kılcalları **Bowman** (*Bovman*) **kapsülü** adı verilen bir kapsülle çevrilidir. Glomerulus kılcalları ve Bowman kapsülünün oluşturduğu yapıya **Malpighi cisimciği** denir. Kan plazmasındaki bazı maddeler, kan basıncının etkisiyle glomerulus kılcallarından Bowman kapsülüne geçer. Atardamarlar arasında meydana gelmiş glomerulus kılcalları podosit adı verilen kapsül hücreleriyle çevrilidir. Kapsülle çevrili olması glomerulus kılcallarının yüksek basınca dayanıklılığını sağlar.

Bowman kapsülüne geçen süzüntü, nefron tübüllerinden (kanallarından) geçerek işlenir. Sırasıyla proksimal tüpten, Henle kulpundan ve distal tüpten geçen süzüntünün içeriği işlenerek değişir.

İDRAR OLUŞUMU

Böbrek; nefronlarda idrar oluşturma işlevini süzülme, geri emilim ve salgılama olmak üzere üç aşamada gerçekleştirir (Görsel 1.6.4).



Görsel 1.6.4: İdrar oluşumu

Önemli !

Glomerulus kılcallarında kan basıncı ortalama 60 mmHg olup Glomerulus kılcalları boyunca bu değer ozmotik basınçtan yüksektir. Bu nedenle Glomerulus kılcallarında daima süzülme olur geri emilim gerçekleşmez.

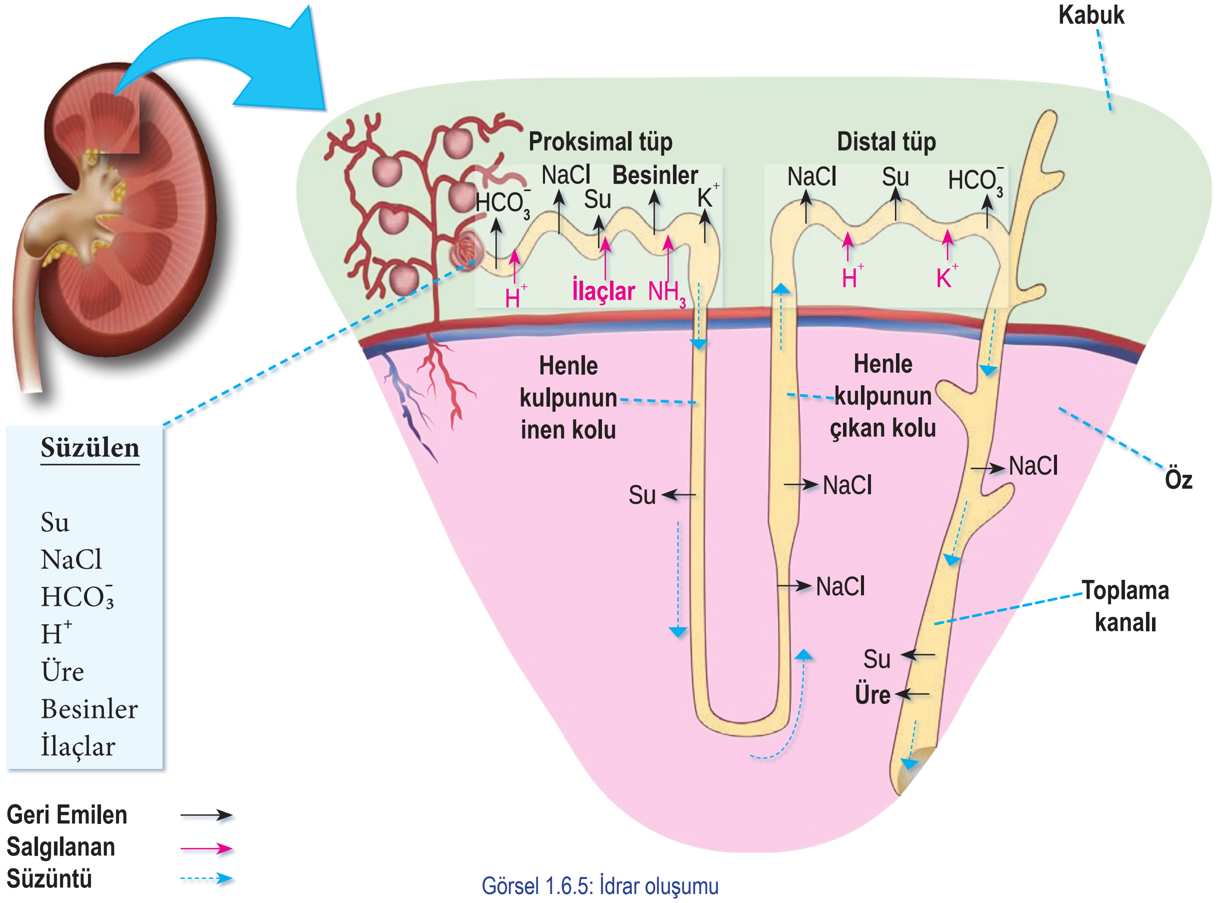
Süzülme

Böbrek atardamarıyla gelen kan; oksijen, besin ve üre bakımından zengindir. Böbrek içinde kılcallara ayrılan damarlar glomerulus kılcallarını oluşturur. Glomerulustan çıkan götürücü atardamar, nefron kanallarını saran bir ağ oluşturur. Glomerulus kılcallarında süzülme tek yönlüdür. Kan basıncı etkisiyle pasif taşımayla gerçekleşen süzülme esnasında kan hücreleri, plazma proteinleri ve yağ molekülleri gibi büyük moleküller Bowman kapsülüne geçemez. Süzüntüde su, glikoz, amino asitler, vitaminler, çeşitli tuzlar, üre, kreatinin ve hemoglobinin yıkım ürünleri gibi atık maddeler bulunur ve albumin de bulunabilir. Bowman kapsülünde bu süzüntüdeki maddelerin konsantrasyonları kan plazmasıyla aynıdır. Kan basıncı artarsa böbreklerde süzülme hızı da artar. Böbreklerde bir günde yaklaşık 180 litre sıvı süzülür.

Geri Emilim

Geri emilim, vücutta su ve madde kaybını önleyen önemli bir mekanizmadır. Günde yaklaşık 2 litre idrar üretildiğine göre süzülen sıvının %98'i geri emiliyor demektir. Nefron tübülleri ve toplama kanalı geri emilimde görevlidir. Nefron kanallarının kıvrımlı yapıda uzun oluşu yüzey genişliği sağlar. Bu kanalların kılcal damarlarla sarılı olması geri emilimi kolaylaştırır. Geri emilim pasif ya da aktif taşımayla olur.

Bowman kapsülünden proksimal tübüle geçen süzüntüden su, üre, elektrolitler, bikarbonat (HCO_3^-) iyonları, tuz, glikoz ve bazı amino asitler gibi vücut için yararlı maddeler geri emilerek kana geçer. Henle kulpunun inen kolunda suyun geri emilimi sağlanırken çıkan kolunda yalnızca tuzlar geri emilir. Çünkü Henle kulpunun çıkan kolu suya karşı geçirgen değildir. Distal tüpte bikarbonat (HCO_3^-) iyonlarının, tuzun ve suyun geri emilimi devam eder. Toplama kanalında su ve çözünen maddelerin geri emilimi gerçekleşir (Görsel 1.6.5).


Kabuk
Proksimal tüp
NaCl
Besinler
Su
HCO$_3^-$
K$^+$
H$^+$
İlaçlar
NH$_3$
Distal tüp
NaCl
Su
HCO$_3^-$
H$^+$
K$^+$
Henle kulpunun inen kolu
Henle kulpunun çıkan kolu
Su
NaCl
NaCl
NaCl
Öz
Toplama kanalı
Su
Üre
Süzülen
Su
NaCl
HCO$_3^-$
H$^+$
Üre
Besinler
İlaçlar
Geri Emilen
Salgılanan
Süzüntü

Görsel 1.6.5: İdrar oluşumu

Bir maddenin kanda bulunması gereken normal miktarına **eşik değeri** denir. Maddenin kandaki miktarı eşik değerinin üzerindeyse geri emilim olmaz, madde idrarla dışarı atılır. Örneğin bazı amino asitler, proksimal tüpte aktif olarak geri emilir. Bir amino asitin konsantrasyonu kan plazmasında eşik değerinden yüksekse geri emilmeyip fazla kısım idrarla dışarı atılır. Süzüntüdeki kalsiyum iyonlarının %90'ı nefron kanallarında, geri kalan %10'luk kısmı kandaki kalsiyum konsantrasyonuna göre distal tüpte ve toplama kanalında geri emilir. Eğer kanda kalsiyum konsantrasyonu düşükse parathormonun etkisiyle idrarda neredeyse hiç kalsiyum bulunmaz. Parathormon plazmadaki fosfat kontrolünde de önemli rol oynar.

Sağlıklı bir insanda glikoz ve amino asitlerin %100'ü, suyun %99'u, sodyumun %99,5'i, ürenin %50'si geri emilerek tekrar kana verilir. Böylece kandaki madde yoğunluğu ve ozmotik basınç sabit tutularak homeostasi sağlanır.

Salgılama

Salgılama, nefronu saran kılcal damarlardan nefron kanalcıklarına madde geçmesi olayıdır. Salgılanan maddeler; ilaçlar, bazı organik asit ve bazlar, zehirli maddeler, amonyak, hidrojen iyonları, potasyum iyonları, boya gibi bazı atık maddelerdir. Bu maddeler nefron kılcallarından aktif taşımayla geçer. Bu işlem homeostasi bakımından önemlidir.

Süzülme, geri emilim ve salgılama olaylarının sonucunda oluşan idrarın bileşiminde su, üre, ürik asit, kreatinin, kalsiyum, potasyum, sodyum, klor, fosfat, amonyak gibi maddeler bulunur. Süzüntü, toplama kanalıyla toplanır kanalın sonuna geldiğinde artık idrara dönüşmüştür. İdrar buradan böbrek havuzcuğuna iletilir. Böbrekten çıkan idrar, böbrek toplama kanallarıyla idrar kesesine gelir. İdrar kesesinden de üretra yoluyla dışarı atılır.

İdrarın bileşimi, süzülen miktardan geri emilen maddelerin çıkarılması ve salgılanan maddelerin idrar bileşimine eklenmesiyle bulunur.

Süzülen, geri emilen ve idrara katılan maddelerin miktarları ve geri emilme oranları Tablo 1.6.1'de gösterilmiştir. Her ne kadar süzülen potasyumun tamamına yakını geri emilse de salgılamayla bir miktar potasyum (K^+) idrara katılır.

Tablo 1.6.1: Süzülme, Geri Emilme ve Salgılama Sonucu İdrara Karışan Madde Miktarları

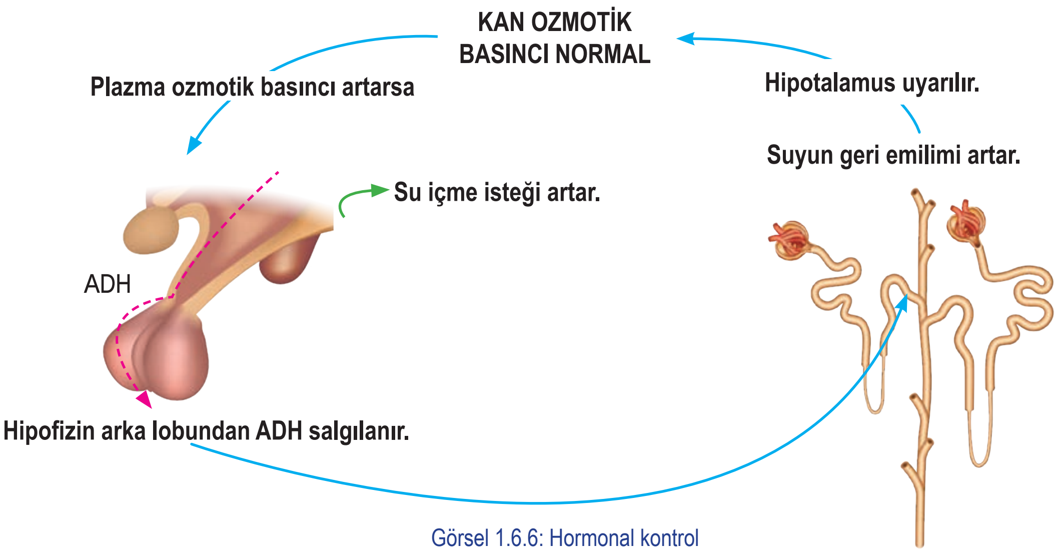
Madde	Süzülme	Geri Emilimle Kana Kazandırılan	Geri Emilim Oranı	Salgılama Dahil İdrara Katılan
Su	180 litre	~178 litre	%99	~2 litre
Proteinler	2,0 g	1,9 g	%95	0,1 g
Glikoz	162 g	162 g	%100	0 g
Üre	54 g	24 g	%50	30 g
Ürik asit	8,5 g	7,7 g	%91	0,8 g
Kreatinin	1,6 g	0 g	%0	1,6 g
Na^+	579 g	575 g	%99,5	4 g
Cl^-	640 g	634 g	%99	6 g
HCO_3^-	275 g	274,97 g	%99	0,03 g
K^+	29,6 g	29,6 g	%100	2,0 g

1.6.2. HOMEOSTASİNİN SAĞLANMASINDA BÖBREKLERİN ROLÜ

Vücutta çözünmüş hâldeki mineral maddelerle suyun atılması veya tutulması üriner sistem sayesinde gerçekleşir. Kanın ozmotik basıncının ayarlanması ve üre, ürik asit, kreatinin gibi metabolik atıkların vücuttan uzaklaştırılması da üriner sistemin görevidir. Süzülme, geri emilim ve salgılama fonksiyonları sayesinde böbrekler homeostasinin korunmasını sağlar.

HORMONAL KONTROL

Böbreklerin çalışması ve homeostasinin korunması için çeşitli hormonlar etkilidir. Vücudun su ihtiyacı hissettiği plazma ozmotik basıncının artması durumunda hipofiz bezinden salgılanan antidiüretik hormon (ADH; Vazopressin) miktarı artar (Görsel 1.6.6). ADH distal kanalların ve idrar toplama kanallarının suya olan geçirgenliğini artırır. Bu sayede suyun geri emilmesini sağlar. Suyun kana doğru geri emiliminin artması idrarın bileşimindeki suyu azaltır ve idrar yoğunlaşır. Aldosteron hormonu, nefronun distal tübüllerini ve toplama kanallarını etkileyerek daha fazla sodyum ve suyun geri emilmesini sağlar. Aldosteron potasyumun atılımını da hızlandırır. Böylece kan basıncı yükselir ve kan hacmi artar.


KAN OZMOTİK
BASINCI NORMAL
Plazma ozmotik basıncı artarsa
Hipotalamus uyarılır.
Suyun geri emilimi artar.
Su içme isteği artar.
ADH
Hipofizin arka lobundan ADH salgılanır.

Görsel 1.6.6: Hormonal kontrol

ASİT BAZ DENGESİNİN KORUNMASI

Böbrekler; su ve tuz dengesinin korunması, boşaltım atıklarının vücuttan uzaklaştırılması ve hücre dışı sıvıların pH'ının korunmasında da görevlidir. Normalde 7,4 olan kanın pH'ı çeşitli tampon sistemler sayesinde dengede tutulur. Kandaki pH dengesinin asitliğe doğru değişmesine **asidoz**, bazlığa doğru değişmesine **alkaloz** denir. Asidoz ve alkaloz durumlarını önlemek için H^+ iyon konsantrasyonlarını düzenleyen asit-baz tampon sistemleri devreye girer. Solunum sisteminde, dokular tarafından üretilen CO_2'in karbonik aside sonrasında da H^+ iyonları ve bikarbonat iyonlarına dönüşmesi tersinir bir şekilde gerçekleşir.

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

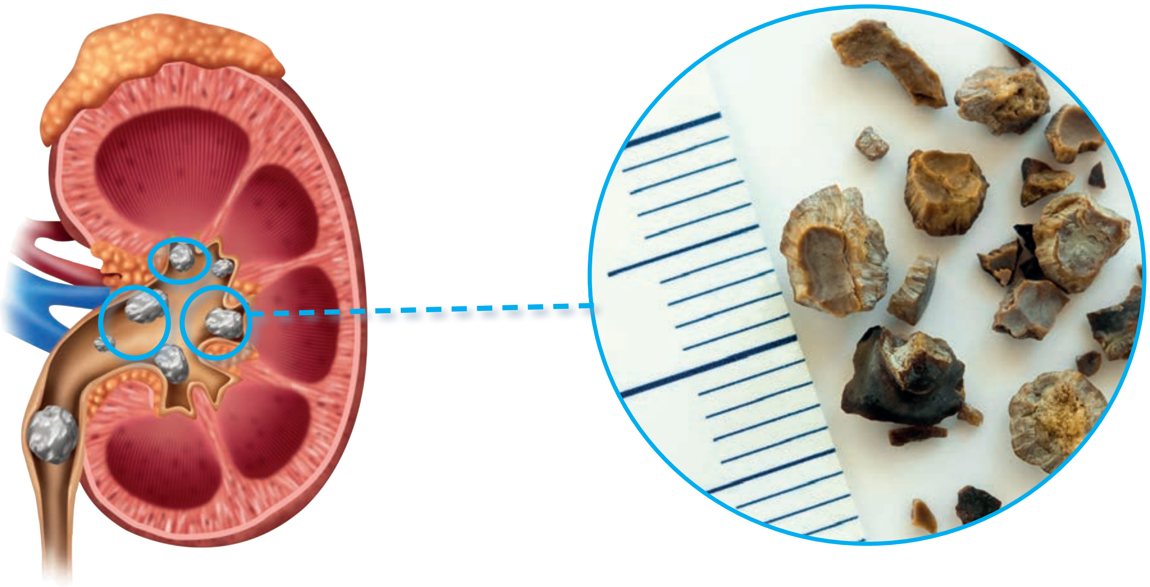
CO_2 miktarı arttıkça ortamda H iyonları artar ve pH azalır. Böbrekler, bir tampon görevi üstlenerek fazla H^+ iyonlarını uzaklaştırırken HCO_3^- iyonlarının geri emilimini artırır. Böylece pH'ın dengelenmesine yardımcı olur.

1.6.3. ÜRİNER SİSTEM RAHATSIZLIKLARI

Böbreğin görev yapamaz hâle gelmesiyle üriner sistem rahatsızlıkları ortaya çıkar. Böbreğin fonksiyonlarını yitirmesi, başka rahatsızlıkları da beraberinde getirdiğinden bireyin yaşam kalitesini olumsuz etkiler. Homeostasinin sağlanamaması hayati tehlikeye neden olur.

Böbrek Taşları

Kandaki kalsiyum oranı azaldığında paratiroit bezinden parathormon salgılanır. Parathormonun etkisiyle kemiklerdeki kalsiyum ve fosfat kana verilir. Bunun yanında böbrekte daha fazla kalsiyum geri emilimi yapılarak kandaki kalsiyum oranı artırılır. Böbrek taşı oluşumunun nedeni süzülen kandaki kalsiyumun fazlalığı sebebiyle kalsiyum ve fosfat minerallerinin çökelerek kalsiyum fosfat tuzlarını oluşturmasıdır. İdrar kanalındaki yüksek kalsiyum oranı, okzalat kristalleriyle birleşerek kalsiyum okzalat kristalleri oluşturmaya başlar. Bu çökeltiler zamanla idrarla atılamayacak büyüklükte böbrek taşına dönüşerek böbrek kanallarını tıkayabilir (Görsel 1.6.7). Böbrek taşları, idrar yollarında oluşturduğu tahribattan dolayı idrarda kan görülmesine neden olur. Böbrek taşlarının oluşumu daha çok alkali idrarda görülür.



Görsel 1.6.7: Böbrek taşları

Böbrek Yetmezliği, Diyaliz ve Böbrek Nakli

Böbrek yetmezliği, böbrek fonksiyonlarının neredeyse tamamının kaybedilmesidir. Böbrek yetmezliğinde hastalar ya çok az idrar çıkarırlar ya da hiç idrar çıkaramazlar. İdrar oluşmadığı için vücuttan atılması gereken maddeler atılamaz. Güçsüzlük, ayak ve bacaklarda şişlik, iştahsızlık, sinirlilik, nefes darlığı, yüksek tansiyon gibi belirtiler böbrek yetmezliğinin belirtilerindendir. Kronik böbrek yetmezliğinde nefron kaybı artar. Nefron kaybı arttığında diyaliz ya da böbrek naklinden başka çare kalmaz.

Böbrek yetmezliğinde homeostatik fonksiyonlar bozulduğundan vücut sıvı hacminde ve sıvı bileşiminde önemli bozukluklar ortaya çıkar. Müdahale edilmezse vücutta sıvı, potasyum, asitler ve diğer maddeler birikeceğinden hayati tehlike ortaya çıkar. Böbrek nakli uygun böbreğin bulunması durumunda gerçekleşebilir. Böbrek nakli yapılıncaya kadar klinikte diyaliz uygulaması yapılır (Görsel 1.6.8). Böbrek yetmezliği olan bir kişinin kanı, diyalizde özel bir cihazdan geçirilir. Kandaki istenmeyen maddeler süzülür ve kandaki konsantrasyon düşürülür. Süzülen kan yeniden kişiye verilir. Böbrek yetmezliği olan hastalar, böbrek nakli oluncaya kadar haftada üç kez diyalize girmek zorundadırlar.

Görsel 1.6.8: Diyaliz uygulaması

Böbrek nakli, doku ve organ nakillerinde ilk sıralarda yer alır. Böbrek nakli yapılabilmesi için böbreğini veren kişinin (verici) doku uygunluğu önemlidir. Genellikle akrabalık ilişkisi bulunanlar ile benzer genetik yapıya sahip olanlar arasında böbrek nakli yapılabilir. Nakilden sonra vücudun nakledilen böbreği reddetmemesi için bağışıklığı baskılayan ilaçlar kullanılır. Türkiye'de elli binin üzerinde böbrek yetmezliği olan hasta vardır. Bu hastaların yarısı kadavra bekleme listesindedir. Böbreğini bağışlayan kişiler tek böbrekle hayatlarında bir değişiklik olmadan yaşamlarını sürdürebilirler. Böbrek bağışı yapmak, organ bekleyen binlerce hastanın yaşamasına olanak sağlamak demektir.

İdrar Yolu Enfeksiyonları

Üriner sistemin parçaları olan idrar kesesi ve üretra, çeşitli bakterilerin enfeksiyonu sonucu iltihaplanabilir. İdrar kesesinin iltihaplanması (sistit); sık idrara çıkma, idrar yaparken yanma, idrarda kan görülmesi, karın alt bölgesinde ağrı oluşması gibi belirtileri ortaya çıkarır. Üretra enfeksiyonu (üretrit) sistit benzeri belirtilere sahiptir. Tedavi edilmezse diğer organlarda da sorunlar ortaya çıkabilir. Her iki rahatsızlıkta da hekim kontrolündeki tedaviyle hastanın sağlığına kavuşması sağlanabilir.

BİLGİLENİYORUM

Vücut, uykuya geçildiğinde ADH salgılayarak idrar oluşumunu yavaşlatır. Gece boyunca rahat uyumayı sağlar. Yatmadan önce 2-3 bardak su içmek, ADH salgılansa bile böbrekleri çalıştırır. Bu durumda uyku kalitesi bozulur.

1.6.4. ÜRİNER SİSTEMİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

İdrar, üriner sistemin sağlıklı yapısını koruyabilmek için uzun süre tutulmamalıdır. İdrar yolları enfeksiyonlarında zaman geçirilmeden hekime başvurulmalı ve hekim gözetiminde tedavi uygulanmalıdır. Enfeksiyonlardan korunmak için hijyen kurallarına ve kişisel temizliğe dikkat edilmelidir. Alınan besinler temiz olmalı, aşırı baharat ve tuz tüketiminden kaçınılmalıdır. Günlük sıvı ihtiyacını karşılayacak kadar su içilmelidir (Görsel 1.6.9).

Görsel 1.6.9: Günlük sıvı ihtiyacını karşılamak

OKU DEĞERLENDİR

"Yaşlı bir kadın, idrar yolları şikâyetinden dolayı doktora gider. Doktor her 30 dakikada bir yarım litre su içmesini önerir. Aynı zamanda fazla kilolarından da şikâyetçi olan yaşlı kadın bir diyetisyenle görüşür. Diyetisyenin verdiği diyet programına göre yaşlı kadının her gün 3-4 litre su tüketmesi gerekmektedir. Bu diyet programı aynı zamanda idrar yollarındaki enfeksiyonun tedavisiyle de örtüşmektedir. Yaşlı kadın diyetinin 3. gününde günlük içmesi gereken su miktarını 2 saat içinde içince baş ağrısı, titreme, kusma, bilinç kaybı gibi sağlık sorunları yaşar."

Yukarıda verilen durumdan yola çıkarak üriner sistemin sağlıklı yapısının korunmasıyla ilgili aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

a) Su içmek vücut fonksiyonlarını düzenlemede ve üriner sistemin sağlıklı yapısının korunmasında niçin etkili olabilir?

b) Doktorun önerdiği miktarda suyu içen yaşlı kadında "baş ağrısı, titreme, kusma, bilinç kaybı gibi" sağlık sorunları ortaya çıkmasının temel nedeni nedir?

c) Üriner sisteminizin sağlıklı yapısının korunması için gün boyu tükettiğiniz su miktarı sizce yeterli midir?

ç) Üriner sistemin sağlıklı yapısının korunması için yeterli su tüketmenin yanında neler yapılmalıdır? Açıklayınız.

ETKİNLİK 3

Etkinliğin Adı

Memeli böbreğinin incelenmesi

Etkinliğin Amacı

Böbreğin yapısını kavramak ve bölümlerini göstermek.

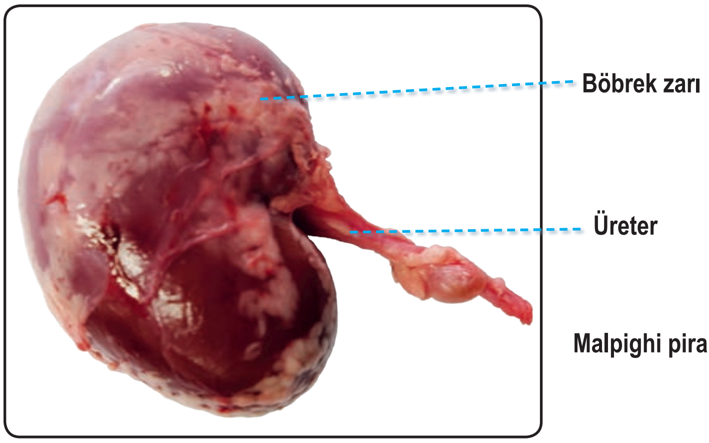
Kullanılan Araç Gereç

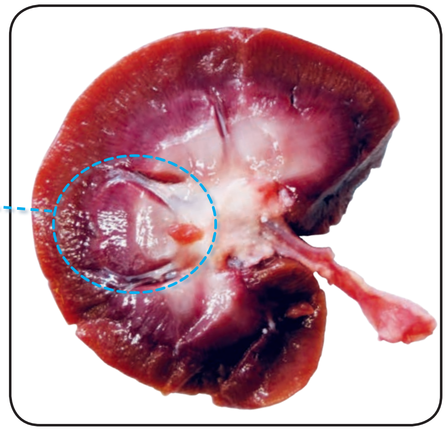
Koyun ya da dana böbreği, bisturi, diseksiyon küveti, büyüteç, makas, steril eldiven

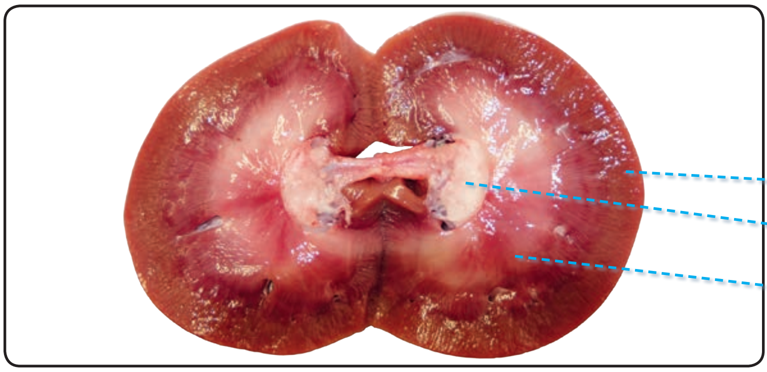
UYGULAMA

Süre: 1 ders saati

1. Böbreğin şeklini, büyüklüğünü, böbreğe ait damarları ve üreteri inceleyiniz.
2. Böbreği etrafındaki zardan ve yağ tabakadan ayırınız.
3. Üreter kısmından böbreği boyuna ikiye ayırınız.
4. Böbreğin yapısını oluşturan kısımları inceleyiniz.
5. Detaylı incelemenizi büyüteç yardımıyla yapabilirsiniz.





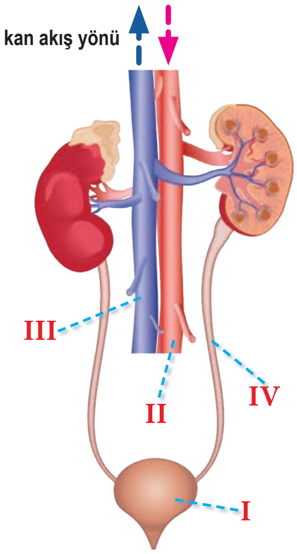


DEĞERLENDİRME

1. Böbreğin kabuk, öz ve havuzcuk kısımlarını gösteriniz.
2. Malpighi piramitlerini gösteriniz.
3. Malpighi cisimciği böbreğin hangi kısmındadır?
4. Henle kulpu böbreğin hangi kısmındadır?
5. İdrar toplama kanalları böbreğin hangi kısmındadır?

6. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki açık uçlu soruların yanıtını boş bırakılan alana yazınız.



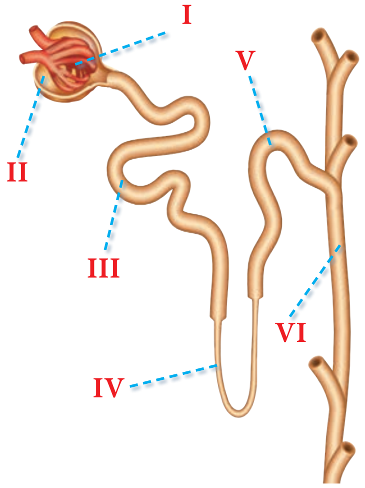
1. Sağlıklı bir insana ait üriner sistemin yapısı yandaki görselde verilmiştir. **Aşağıdaki soruları görsele göre yanıtlayınız.**

A) Hangi bölümde glikoz bulunmaz?

B) Böbreğe oksijen getiren bölüm hangisidir?

C) Hangi damarda üre miktarı daha azdır?

2. Böbreğin yapı birimi olan nefrona ait aşağıdaki görselde nefronun bölümleri numaralandırılmıştır. **Buna göre**



A) Böbrekte süzülmenin gerçekleştiği bölüm neresidir?

B) Geri emilimin gerçekleştiği bölüm neresidir?

C) Salgılamanın gerçekleştiği bölüm neresidir?

3. Böbreklerde oluştuktan sonra vücut dışına atılan metabolik atıkların üriner sisteme ait yapılardan geçiş sırasını havuzcuktan başlayarak sırasıyla yazınız.

4. Sağlıklı bir insanın vücut sıvılarında

I. Na^+ derişiminin artması
II. Ozmotik basıncın azalması
III. Sıvı hacminin azalması

olaylarından hangilerinin gerçekleşmesi ADH salgısının artmasına neden olur? ADH salgısının artması ne gibi sonuçlar doğurur?

B) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

5. Glomerulus kılcallarına ait

I. İki atardamar arasında bulunması
II. Suya geçirgen olması
III. Madde geçişinin tek yönlü olması
IV. Kan basıncının damar boyunca sabit olması

özelliklerinden hangileri diğer dokulara ait kılcallardan farklıdır?

A) I ve II
B) I ve III
C) I, II ve IV
D) I, III ve IV
E) I, II, III ve IV

6. Sağlıklı bir insanda böbreklerde gerçekleşen

I. Suyun geri emilimi
II. Glikozun Bowman kapsülünden süzülmesi
III. İlaçların nefron kanalına salgılama yoluyla geçişi

olaylarından hangileri gerçekleşirken böbrek hücreleri tarafından ATP harcanır?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) II ve III

7. Böbreklerin gerçekleştirdiği

I. Kanın mineral derişimini düzenlemek
II. Kanın pH'ını düzenlemek
III. Kanın ozmotik basıncını düzenlemek

olaylarından hangileri akciğerlerde de gerçekleşebilir?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) I ve II

D) II ve III

E) I, II ve III

8. Üriner sistem rahatsızlığı olan bir bireyde

I. Çok az idrar çıkarma
II. Vücut sıvı dengesinin bozulması
III. Kanda pH dengesinin bozulması

olaylarından hangileri böbrek yetmezliğine ait belirtiler olabilir?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) I, II ve III

9. Böbreğin yapısal birimi olan nefronda sodyumun geri emilmesini sağlayan hormon hangisidir?

A) Kortizol

B) Adrenalin

C) Aldosteron

D) ADH

E) Kalsitonin

10. Glomerulus ile henle kulpunu saran kılcalların

I. Kan proteinine sahip olma
II. İki katlı epitel bulundurma
III. Süzülme ve geri emilim gerçekleştirme

ifadelerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) I ve II

E) I ve III

7. BÖLÜM

ÜREME SİSTEMİ VE EMBRİYONİK GELİŞİM

ANAHTAR KAVRAMLAR

- Büyüme
- Embriyonik gelişim
- Gelişme
- Hamilelik
- İn vitro fertilizasyon
- Menstrual döngü
- Ultrason
- Üreme

İÇERİK

- 1.7.1. ÜREME SİSTEMİNİN YAPISI, GÖREVİ VE İŞLEYİŞİ
- 1.7.2. ÜREME SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI
- 1.7.3. İNSANDA EMBRİYONİK GELİŞİM SÜRECİ

BEBEK ANNEYİ YENİLER Mİ?

Kadın hastalıkları ve doğum uzmanları, her doğumun anneyi yenilediğini söylerler. Bu gerçekten doğru mu? Anne, her gebelikte vücudundan kaybettiklerine karşılık neler alıyor? Anne vücudu yenileniyor mu? Doğum yapan anneler, vücutlarının fiziksel ve fizyolojik yıkıma uğradığına inanıyorlar. Ancak, son yıllarda yapılan çalışmalar, bunun böyle olmadığını gösteriyor. Çocuklar, pek çok özellikleri gibi beyinle ilgili özelliklerini de atalarından kalıtım yoluyla alırlar. Fakat bunun tersi de mümkün. Yani gebelik sürecinde büyüyen fetüsten kopan kök hücreler, anne beynine hareket ederek orada koloni oluşturabilirler. En azından farelerde bunun böyle olduğu saptanmıştır.

Eğer bu durum insanlar için de geçerliyse, bunun çok derin tıbbi etkileri olabilir. Başlangıç niteliğindeki çalışmalardan elde edilen sonuçlardan, fetüs hücrelerinin anne beyninde meydana gelen hasarlara cevaben ve bu hasarları tamir etmek amacıyla anne beynine göç ettikleri anlaşılıyor. Eğer bu durum kanıtlanırsa, Alzheimer ve felç gibi hastalıkların yol açtıkları beyin hasarlarının tedavi edilmesine yönelik olarak yeni ve daha güvenli yollar bulunabilir.

Bu konuyla ilgili olarak katedilmesi gereken çok mesafe var. Ancak gelecekte, fetüs kök hücrelerinin kişiye özgü beyin tedavisinde kullanılabileceğini düşünmek için yeterli nedenler var. Gebelik sırasında az sayıda fetüs hücresinin göbek bağı ve anne kanında amaçsızca dolaştıkları, bilinen bir durum. Bu olaya “mikrokimerizm” denir. Söz konusu hücrelerin deri, karaciğer ve dalak gibi organları oluşturan dokularda, 10 yıllarla ifade edilebilecek sürelerde canlı kalabildikleri saptanmış. Keza, bu hücrelerin bu dokularda meydana gelen hasarları tedavi etmede rol aldıkları da gösterilmiştir.

Anne, gebelik süresince vücudundaki değişiklikler ve yıkımlara karşı kendini korumaya ve doğan yavrusunu sağlıklı büyütebilmeye yönelik, doğal bir savunma mekanizması kazanmış durumda. Gebelik sırasında ve gebelikten sonraki dönemde, ancak anne sağlıklı olursa bebek daha iyi bir yaşam şansı yakalayabilir. Fakat şu ana kadar bu yöntemin beyin hücreleri için de geçerli olduğuyla ilgili herhangi bir bulguya rastlanmış değildir.

(Düzenlenmiştir.)

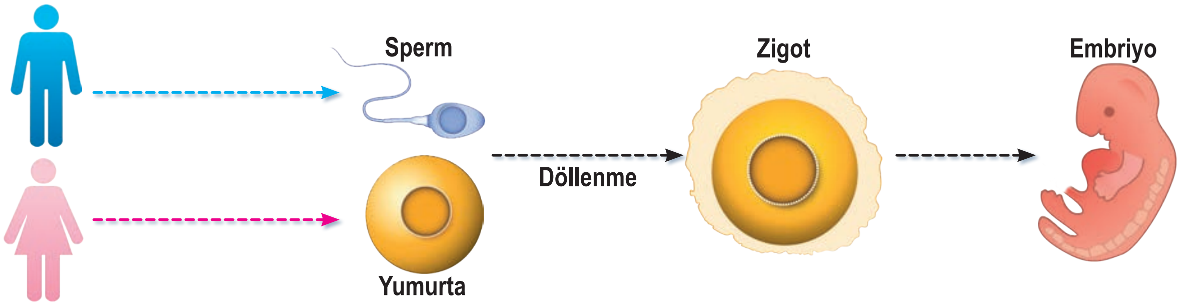
Bilim ve Teknik Dergisi, Ocak 2007

HAZIRLAN YORUM

1. Üremenin vücuttaki diğer canlılık faaliyetlerinden farkı nedir?
2. Gebelik sırasında annenin sağlıklı olması niçin önemlidir?

1.7.1. ÜREME SİSTEMİNİN YAPISI, GÖREVİ VE İŞLEYİŞİ

Üreme, canlıların ortak özelliklerinden biridir. Bütün sistemler gibi üreme sistemi de insanlarda iyi gelişmiştir. İnsanlar eşeyli olarak ürer. Eşeyli üremede her bir ebeveyn gamet (eşey hücresi) üretir. Eşeyli üremede gametler mayozla meydana gelir. Erkek bireylerde üretilen sperm küçüktür ve hareketlidir. Dişi bireylerde üretilen yumurta (ovum) ise büyüktür ve hareketsizdir. Yumurta, zigot için asıl sitoplazma kaynağıdır. Sperm ise hareketli yapısıyla yumurtaya ulaşıp onu dölleme yeteneğine sahiptir. Gametler döllenmeyle birleşir ve zigot oluşur. Oluşan zigot, her iki ebeveynden de genetik madde alır (Görsel 1.7.1). Eşeyli üreme sonucunda oluşan bireyler, iki ebeveynden gelen genlerin kombinasyonu nedeniyle özgün genetik yapıya sahiptir.



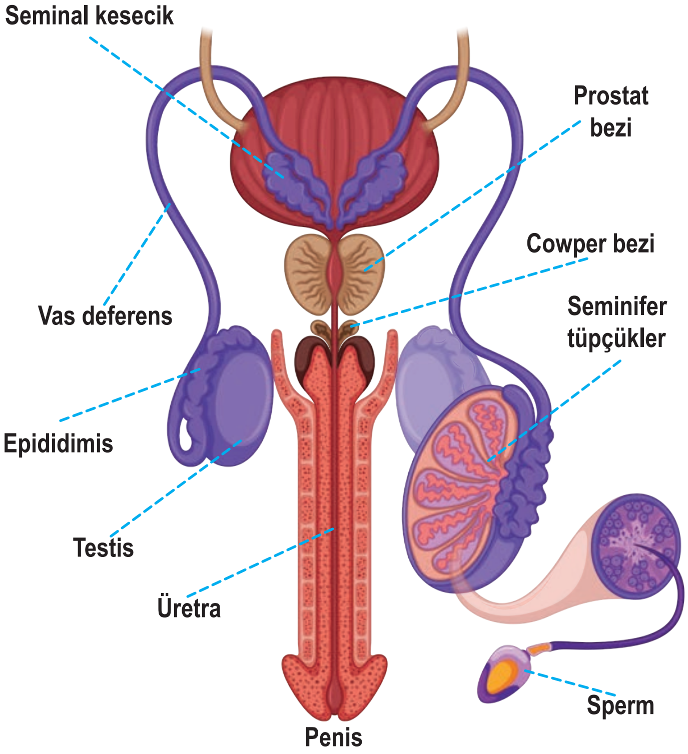
Görsel 1.7.1: Döllenme ve embriyo oluşumu

Üreme hücrelerini üreten organlara **gonad** adı verilir. Erkekte sperm üreten gonadlara **testis**, dişide yumurta üreten gonadlara ise **yumurtalık** denir. Gonadlar asıl eşey organlarıdır. Üreme sisteminde eşey hücrelerinin geçtiği kanallar, bu kanallara salgısını boşaltan bezler ve dış üreme organlarına **yardımcı eşey organları** denir. Üreme sisteminin çalışması sinir sistemi ve hormonal sistemle kontrol edilir. Üreme sisteminin yapısı, görevleri ve işleyişi erkek ve dişi bireylerde farklıdır.

ERKEK ÜREME SİSTEMİ

Erkek üreme sistemi; testisler, epididimis, vas deferens, yardımcı bezler ve penisten oluşur (Görsel 1.7.2). Erkek gonadları olan testisler, karın boşluğunun dışında **skrotum** adı verilen bir torbada yer alır. Testisler, embriyonun gelişim evresinde karın boşluğunda bulunur ve doğumdan hemen önce skrotuma iner çünkü karın boşluğundaki vücut sıcaklığında spermler sağlıklı gelişemez. Sperm hücreleri, skrotum içerisindeki testislerde vücut sıcaklığından yaklaşık 2°C daha düşük ortamda üretilmektedir.

Testisler, ergenlikten yaşlılık dönemine kadar her gün milyonlarca sperm üretir. Testislerin içinde seminifer tüpçükleri vardır. Sertoli hücreleri seminifer tüpçükleri içindedir. Tüpçüklerin arasında ise leydig hücreleri bulunur. Testislerin seminifer tüpçüklerinde üretilen spermler kıvrımlı bir tüp olan epididimise geçer. Epididimiste sperm hücreleri olgunlaşır, hareket ve döllenme yeteneği kazanır. Spermler epididimisten sonra sperm kanalına (vas deferens) geçerek penisten dışarıya atılır.



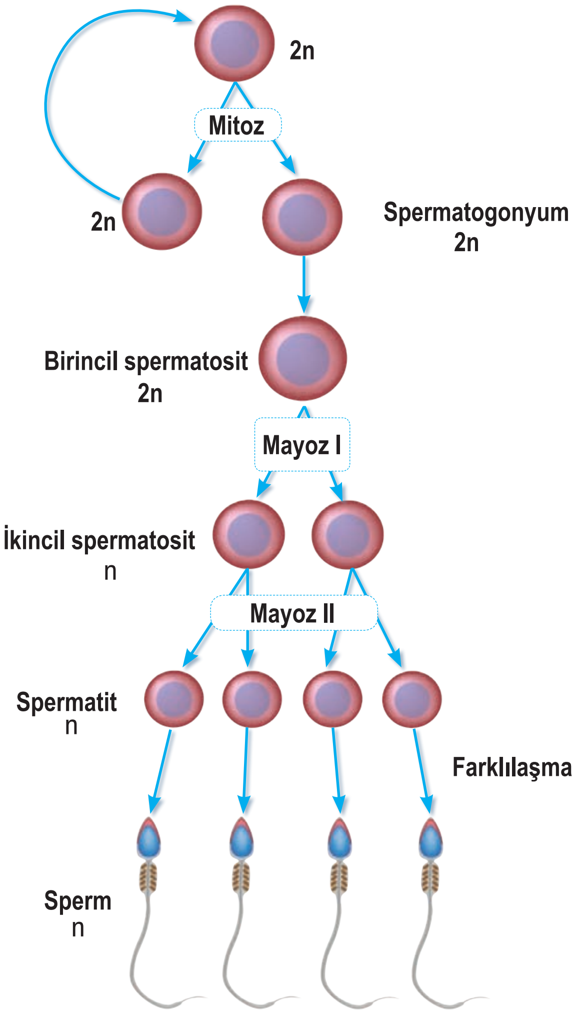
Görsel 1.7.2: Erkek üreme sistemi

Yardımcı bezlerden olan seminal kese, Cowper bezi (bulboüretral bez) ve prostat bezleri bir sıvı oluşturur. Spermlerin de içinde bulunduğu bu sıvıya **semen** denir. Bu sıvı spermleri dişi üreme sisteminin asidik ortamından korur.

Spermler ve içinde bulunduğu sıvı, sperm kanalına geçer oradan da üretrayla dışarı atılır. Üretra hem spermlerin hem de idrarın dışarıya atıldığı kanal olduğundan erkek üreme sistemine ve üriner sisteme **ürogenital sistem** denir. Üretra bir seferde ya spermleri ya da idrarı dışarıya atar. Bu kontrolü sağlayan prostat bezidir. Prostat bezinin çeşitli nedenlerle büyümesi prostat rahatsızlığına yol açar. Penis, spermlerin erkekten dişiye aktarılmasını sağlar. Penisin baş kısmını oluşturan sünnet derisi sünnet adı verilen operasyonla çıkarılabilir.

Spermatogenez

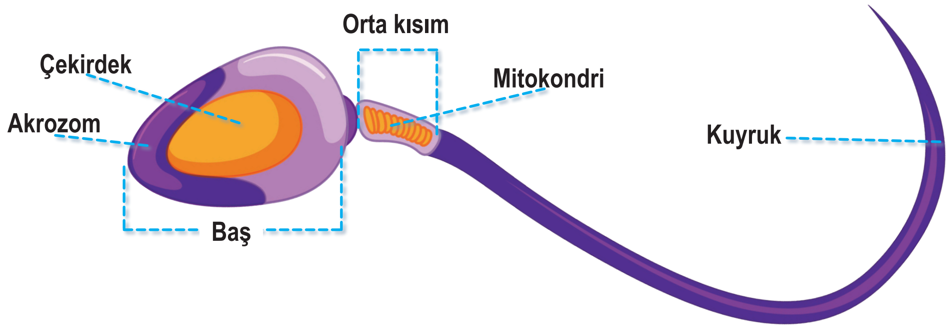
Erkek üreme sisteminde mayozla sperm oluşumuna **spermatogenez** denir. Sperm hücreleri, testislerin seminifer tüpçüklerinde üretilir. Testislerde spermatogonyumlar mitozla çoğalarak sayılarını artırır. Mitozla oluşan spermatogonyumlar mayoz geçirecek olan **birincil spermatositleri** oluşturur. Mayoz I sonunda oluşan hücrelere **ikincil spermatosit** denir. Mayoz II sonunda ise her biri "**n**" kromozomlu eşit büyüklükte dört hücre oluşur. Bu hücrelerden her birine **spermatit** denir. Spermatitler farklılaşarak spermlere dönüşür (Görsel 1.7.3).



Görsel 1.7.3: Spermatogenez

Haploit olan sperm hücreleri testislerin seminifer tüpçüklerinden epididimise geçer. Epididimis, spermlerin bir süre depolandığı ve olgunlaşıp hareket yeteneği kazandığı yerdir. Spermatogenez yaklaşık on hafta sürer. Sperm üretimi erkek bireyler eşeysel olgunluğa eriştikten sonra yaşamları boyunca devam eder.

Erkek üreme hücresi olan sperm hücresinin yapısı işleviyle uyumludur. Sperm baş, orta kısım ve kuyruk olmak üzere üç bölümden oluşur. Spermin baş kısmının ucunda **akrozom** adı verilen kese yer alır. Bu kesede spermin yumurtaya girişini sağlayacak enzimler bulunur. Spermin orta kısmı çok sayıda mitokondri içerir. Kuyruk kısmı ise spermin hareketini sağlar (Görsel 1.7.4).


Orta kısım
Çekirdek
Mitokondri
Akrozom
Kuyruk
Baş

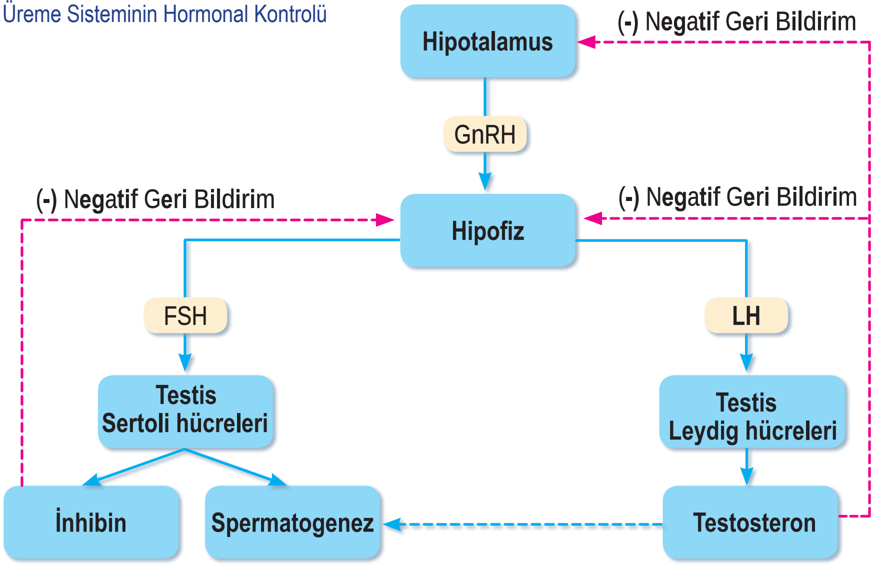
Görsel 1.7.4: Spermin yapısı

Erkek Üreme Sisteminin Hormonal Kontrolü

Erkeklerde hipotalamustan salgılanan GnRH hipofizi uyararak FSH ve LH salgılanmasını sağlar. FSH ve LH spermatogenez için gereklidir. FSH testislerdeki sertoli hücrelerini aktive eder. Sertoli hücreleri seminifer tüpçüklerinde gelişmekte olan spermleri besler. LH ise seminifer tüpçüklerinin arasında yer alan Leydig hücrelerini kontrol eder. Leydig hücreleri testosteron ve diğer androjenleri salgılar.Testosteron hormonu seminifer tüpçüklerinde sperm yapımını uyarır. Sperm oluşumu ergenlikte başlar ve yaşam boyunca devam eder. Androjen, ikincil eşeysel karakterlerin ortaya çıkmasında etkili olan erkek eşey hormonlarının genel adıdır.

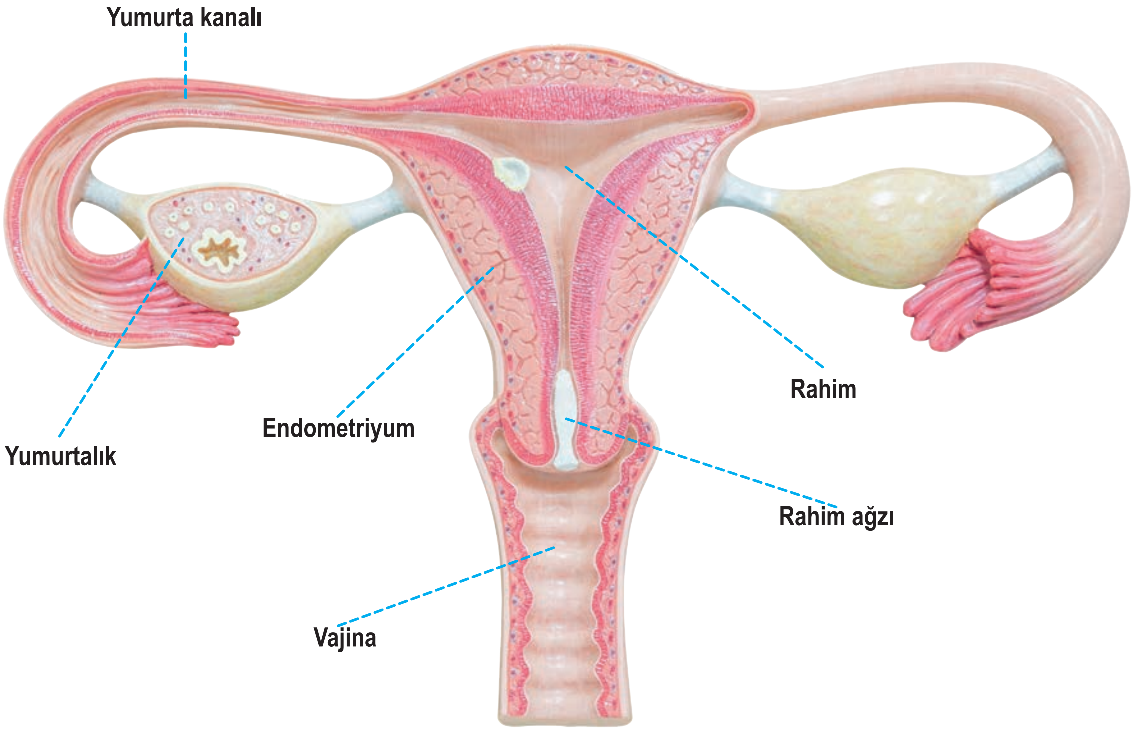
Erkeklerde eşey hormonları iki ayrı geri bildirim mekanizmasıyla düzenlenir. Birincisi kanda artan testosteron, hipotalamusu ve hipofizi uyarararak GnRH, FSH ve LH'ın kandaki seviyesini azaltır. İkincisi ise Sertoli hücrelerinin salgıladığı inhibin hormonu hipofizi etkiler ve FSH salgısını azaltır (Tablo 1.7.1).

Tablo 1.7.1: Erkek Üreme Sisteminin Hormonal Kontrolü


Hipotalamus
(-) Negatif Geri Bildirim
GnRH
(-) Negatif Geri Bildirim
Hipofiz
(-) Negatif Geri Bildirim
FSH
LH
Testis
Sertoli hücreleri
Testis
Leydig hücreleri
İnhibin
Spermatogenez
Testosteron

DİŞİ ÜREME SİSTEMİ

Dişide üreme sistemi; yumurtalıklar (ovaryumlar), yumurta kanalları (fallopi tüpleri), rahim (uterus), rahim ağzı (serviks) ve vajinadan oluşur (Görsel 1.7.5).



Görsel 1.7.5: Dişi üreme sistemi

Dişilerin gonadları olan yumurtalıklar, karın boşluğunda rahmin her iki yanında yer alır. Yumurtalıklar bağ dokuyla bulundukları yere tutunur. Yumurtanın oluşumu yumurtalıklarda mayozla gerçekleşir. Östrojen ve progesteron adı verilen eşey hormonları yumurtalık tarafından üretilir. Yumurtalıklar foliküllerle doludur. Her bir folikülde oosit adı verilen kısmen gelişmiş yumurta hücresi ve destek hücreleri yer alır. Destek hücreleri, yumurtanın oluşumu ve gelişimi sırasında yumurtayı beslemekle ve korumakla görevlidir. Yeni doğmuş dişi bir bebeğin yumurtalıklarında yaklaşık iki milyon folikül vardır. Ancak üreme çağında bu foliküllerin beş yüz kadarı tam olgunlaşır. Diğer foliküller ise parçalanır ve geri emilir.

Yumurta kanalları, rahimden yumurtalığa doğru uzanır. Kanalın içi silli epitel hücreleriyle kaplıdır ve içinde bir miktar sıvı bulundurur. Yumurta kanallarının ağız kısmı huniye benzer. Yumurtalığa bakan ucu ise saçak şeklinde bir yapıya sahiptir. Yumurtalıkta oluşan ikincil oosit bu kanala ulaştığında sillerin ve sıvının hareketiyle tüpün içinde yönlendirilir. Böylece ikincil oosit rahme doğru ilerler. Yumurta kanalında ilerleyen ikincil oosit canlı bir spermle karşılaşırsa döllenme olur ve zigot oluşur. Zigotun ilk mitoz bölünmeleri de yumurta kanalında gerçekleşir. Zigot bölünmelerle blastosist evresine gelişir. Blastosist, rahim duvarına tutunup yerleşirse gebelik gerçekleşir.

Rahim, karın bölgesinin alt tarafında idrar kesesinin de arka tarafındadır. Esnek, kalın ve kaslı bir yapıdadır. Rahim, gebelik gerçekleşirse 3-4 kilogramlık fetüsü barındırabilecek kadar esneyebilir. Rahmin boyun kısmına **rahim ağzı** (serviks) adı verilir ve rahim ağzı vajinaya açılır. Rahmin iç kısmını kaplayan epitel tabaka **endometriyum** adını alır. Endometriyum kan damarları yönünden zengindir.

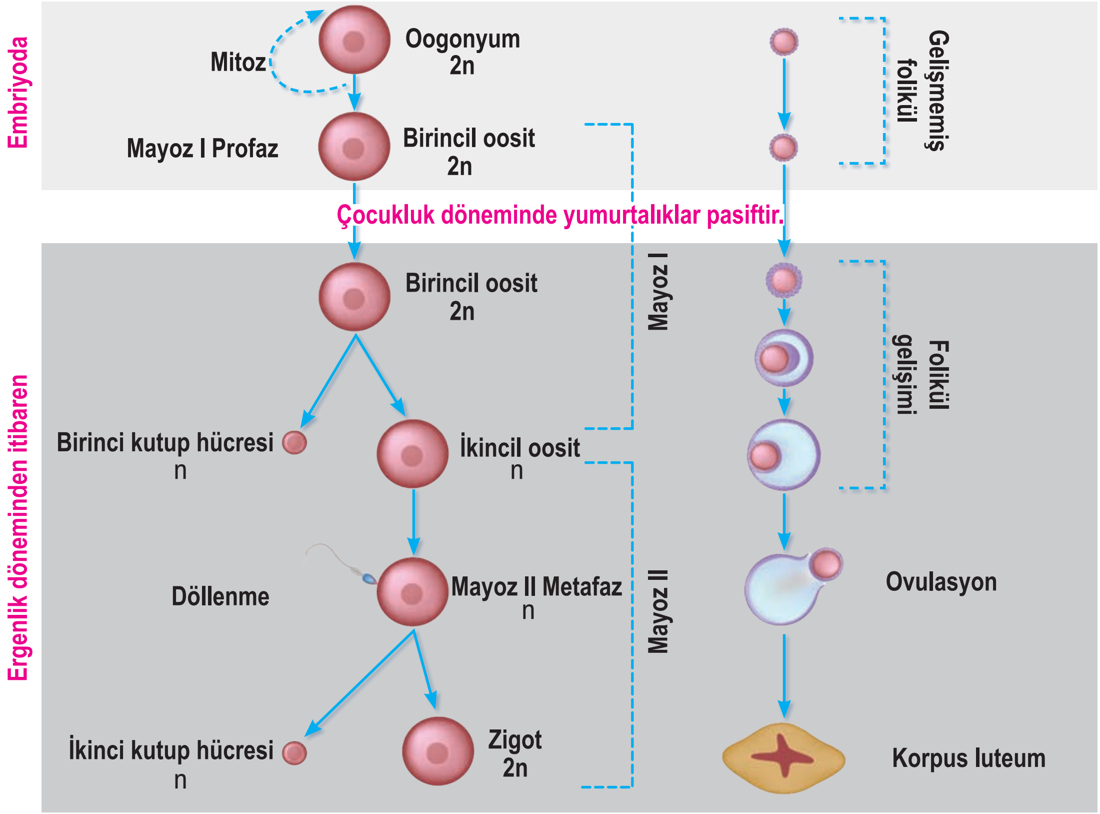
Çiftleşme sırasında spermlerin bırakıldığı yapıya **vajina** denir. Vajinanın kaslı ve esnek bir yapısı vardır. Gebelik oluşmuş ise doğum kanalı olarak da görev yapar. Döllenme yoksa endometriyumun iç çeperi, bir miktar doku sıvısıyla ve kanamayla vajinadan atılır. Buna **menstrüasyon** (adet kanaması) denir.

Oogenez

Dişilerde yumurtalıkta foliküllerde mayozla yumurta hücresi oluşumuna **oogenez** denir. Oogenez uzun bir süreçtir, embriyonik dönemde başlar. Dişi embriyosunun yumurtalığında olgunlaşmamış yumurtalar bulunur. Yumurtalar gelişmelerini eşeysel olgunlukta tamamlar.

Oogenez dişi embriyosunda oogonyum (yumurta ana hücresi) üretimiyle başlar. Oogonyumlar, mitozla çoğalır ve birincil oositleri oluşturur. Birincil oositler mayoza başlar fakat mayoz birincil oositlerde profaz I aşamasına kadar ilerler.

Ergenlik dönemine erişince hipofizden salgılanan FSH (folikül uyarıcı hormon) etkisiyle birincil oosit büyümeye ve gelişmeye başlar. Hormonla uyarılan hücre sayısı birden fazla olabilir. Menstrüasyon döngüsünde her ay bir folikülün birincil oositi mayoz I'i tamamlar ve sonuçta birinci kutup hücresiyle ikincil oosit oluşur. İkincil oosit mayoz II'ye başlar fakat metafaz II evresinde durur. Folikül kesesi yırtılıp açılınca ikincil oosit serbest kalır. Bu olaya **ovulasyon** (yumurtlama) denir. İkincil oosit bir sperm tarafından döllenirse yumurta kanalında mayoz II tamamlanır. Mayoz II'de ikincil oositin bölünmesiyle iki hücre oluşur. Bunlardan küçük ve sitoplazması az olan hücreye **ikinci kutup hücresi** denir (Görsel 1.7.6). Birinci ve ikinci kutup hücreleri işlevsizdir. Bir süre sonra canlılığını kaybeder. Kutup hücrelerinin küçük olmasının nedeni her mayozda eşit olmayan sitokinezle oluşmalarıdır.


Embriyoda
Mitoz
Oogonyum 2n
Mayoz I Profaz
Birincil oosit 2n
Gelişmemiş folikül
Çocukluk döneminde yumurtalıklar pasiftir.
Ergenlik döneminden itibaren
Birincil oosit 2n
Mayoz I
Folikül gelişimi
Birinci kutup hücresi n
İkincil oosit n
Döllenme
Mayoz II Metafaz n
Mayoz II
Ovulasyon
İkinci kutup hücresi n
Zigot 2n
Korpus luteum

Görsel 1.7.6: Oogenez ve folikül gelişimi

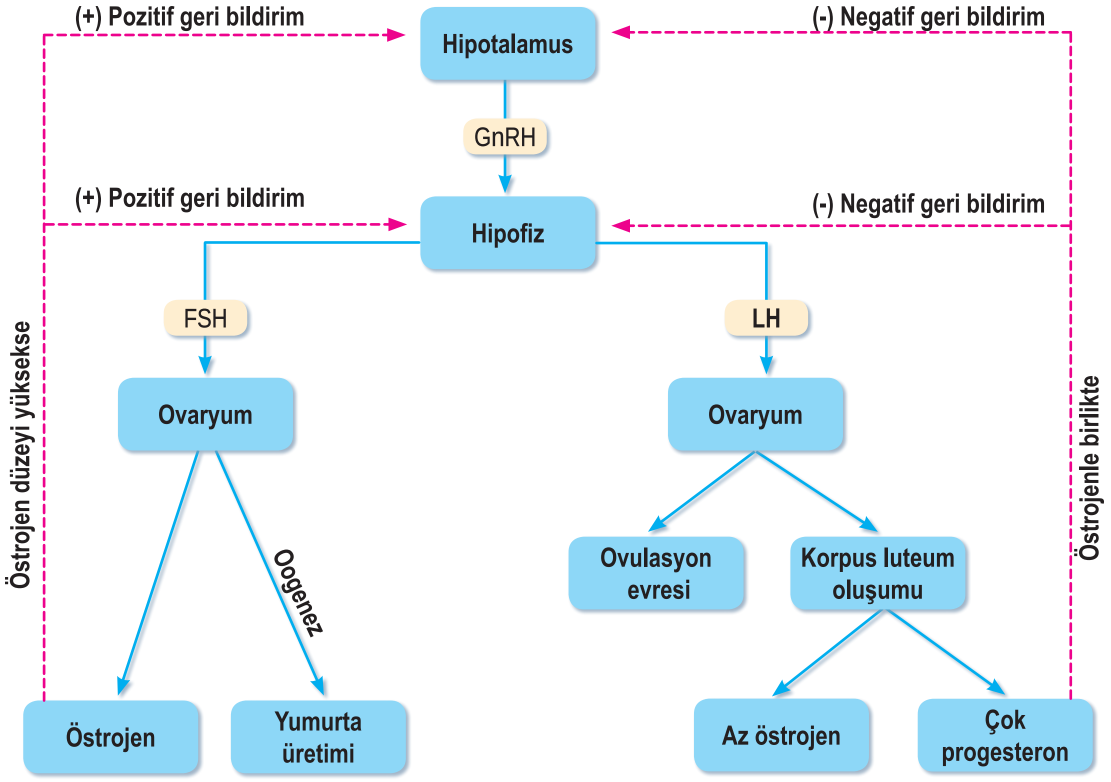
Dişi Üreme Sisteminin Hormonal Kontrolü

Dişilerde yumurtalıklar östrojen ve progesteron hormonu üretir. Östrojen, rahmin gelişmesinden ve dişi üreme faaliyetlerinin uyarılmasından sorumludur. Östrojen ayrıca ikincil eşey karakterlerini kontrol eder ve korur. Göğüs ve kalçalarda yağ depolanması, sesin incelmesi gibi özellikler dişilere ait ikincil eşey karakterlerdir. Hem östrojen hem de progesteron, rahmin embriyo gelişimine hazırlanmasından sorumludur.

Östrojen ve progesteron salgılanması FSH ve LH tarafından kontrol edilir. FSH ve LH gonadlar üzerinde etkilidir. FSH ve LH salgılanmasını kontrol eden ise hipotalamustur. Hipotalamustaki salgı yapan sinir hücreleri gonadotropin salgılatıcı hormon (GnRH) salgılar ve böylece hipofizi kontrol eder. Sağlıksız beslenme, stres gibi faktörler hormonal kontrol sistemini olumsuz etkiler.

Östrojen ve progesteron miktarındaki değişimler hipotalamus ve hipofiz ön lobunu uyararak geri bildirimde bulunur (feed back). Az miktarda östrojen salgılanması FSH ve LH miktarını düşük düzeyde tutar. Üreme döngüsünde östrojen miktarının maksimum seviyeye ulaşması FSH ve LH salgılanmasını artırır. Bu dönemde yumurtlama meydana gelir. Progesteron hormonu östrojenle birlikte FSH ve LH salınımını azaltır (Tablo 1.7.2).

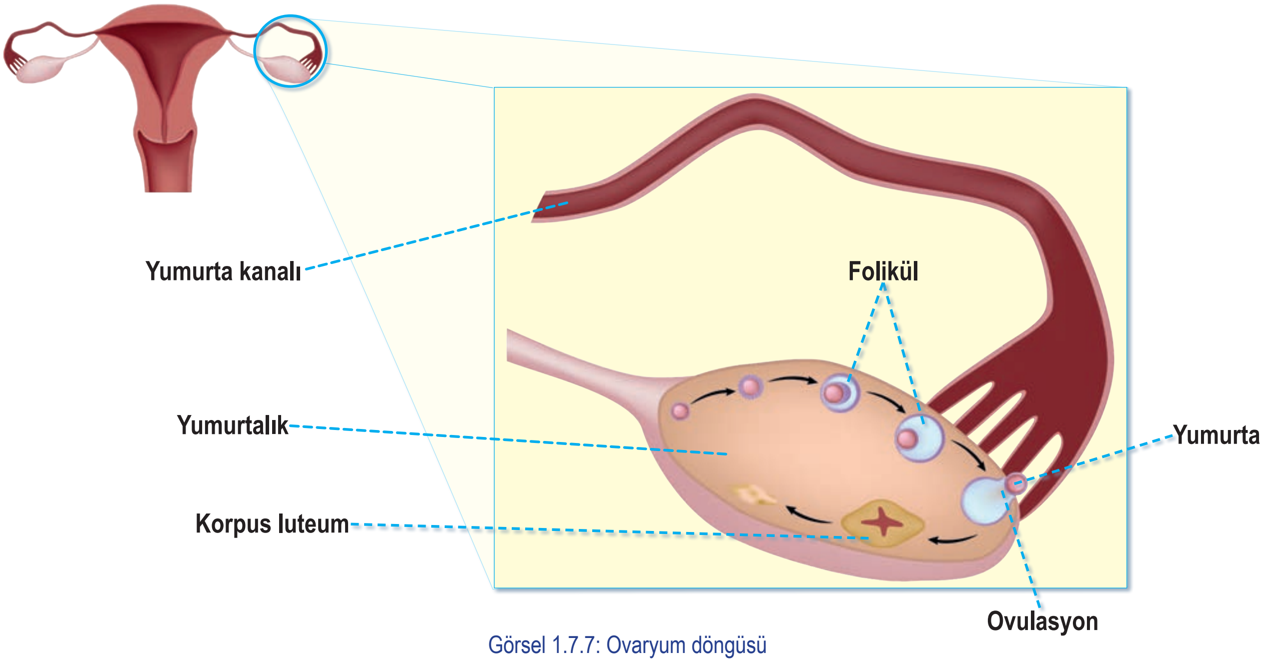
Tablo 1.7.2: Dişi Üreme Sisteminin Hormonal Kontrolü


(+) Pozitif geri bildirim
Hipotalamus
(-) Negatif geri bildirim
GnRH
(+) Pozitif geri bildirim
Hipofiz
(-) Negatif geri bildirim
FSH
LH
Ovaryum
Ovaryum
Östrojen düzeyi yüksekse
Oogenez
Ovulasyon evresi
Korpus luteum oluşumu
Östrojenle birlikte
Östrojen
Yumurta üretimi
Az östrojen
Çok progesteron

Yumurtalıktan **inhibin** adı verilen bir hormon daha salgılanır. İnhibin yumurtalıkta gelişmekte olan foliküllerden salgılanır. Bu hormon negatif geri bildirim durumunda FSH hormonu salgılanmasını düzenler.

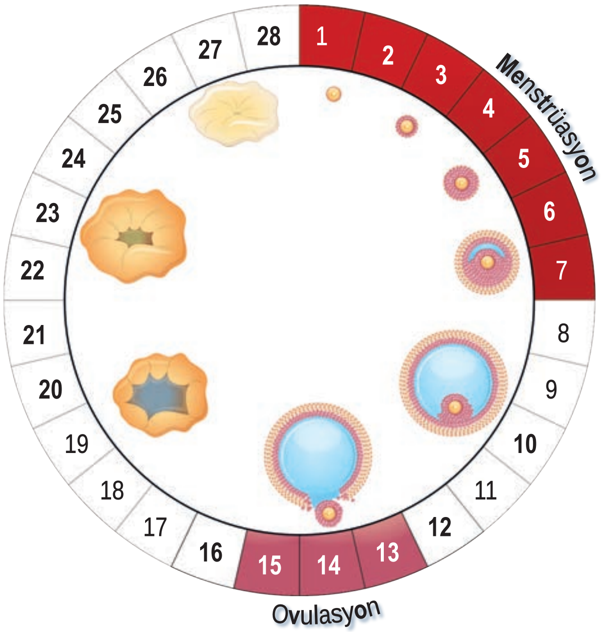
Menstrual Döngü

Dişilerde yumurtalıkta yumurta hücresi oluşumu ve rahimde meydana gelen olaylar belirli periyotlarda gerçekleşen olaylardır. Kadınları hamileliğe hazırlayan, rahmi embriyonun tutunmasına uygun hâle getiren, yumurta hücresinin oluşmasını ve ovulasyonu sağlayan bir dizi olaya **üreme döngüsü** denir. Bu döngü yaklaşık 28 günde bir tekrar eder. Üreme döngüsü **ovaryum döngüsü** ve **menstrual döngü** olmak üzere iki bölümde incelenir. Ovaryum döngüsü, yumurtalıklarda bir yumurtanın olgunlaşmasını ve salınmasını içeren olayları kapsar (Görsel 1.7.7).


Yumurta kanalı
Folikül
Yumurtalık
Yumurta
Korpus luteum
Ovulasyon

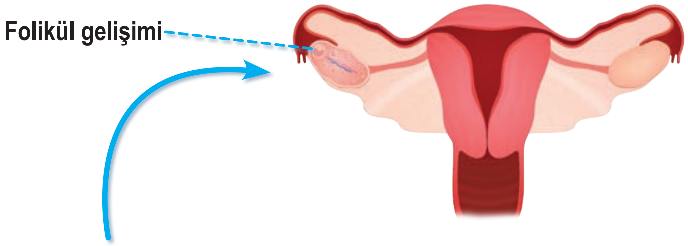
Görsel 1.7.7: Ovaryum döngüsü

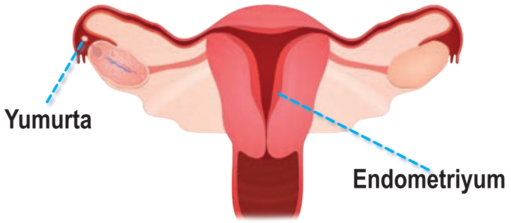
Menstrual döngüde rahim, embriyonun tutunmasına hazır hâle getirilir. Hormonların düzenli salınması iki döngünün eş zamanlı ilerlemesini sağlar (Görsel 1.7.8). Menstrual döngü dişilerin ergenlik sürecinde başlar ve çoğunlukla 45-55'li yaşlarda sonlanır. Menstrual döngünün sona ermesi **menopoz** olarak adlandırılır.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
Menstrüasyon
Ovulasyon

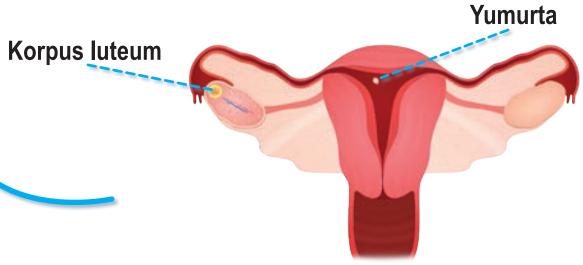
Görsel 1.7.8: Menstrual döngü

Üreme döngüsü, hipotalamustan salgılanan GnRH'ın hipofizi uyarmasıyla başlar (Görsel 1.7.9). Uyarılan hipofiz az miktarda FSH ve LH salgılar. FSH ve LH folikülün büyümesini ve folikülün östrojen üretmesini sağlar. Her döngüde çoğunlukla bir folikül büyümeye başlar. Büyüyen foliküllе birlikte östrojen salgısı da artar. Yüksek derişimdeki östrojen FSH ve LH salgısını artırır. Sonuçta folikül olgunlaşır. Bu evreye **folikül evresi** denir.

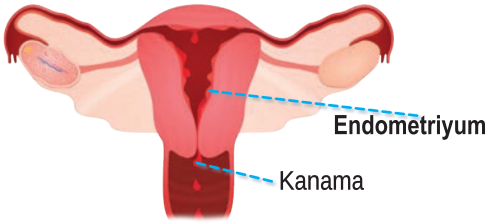




Olgunlaşan folikül içerdiği sıvıyla giderek genişler. LH artışından yaklaşık bir gün sonra folikül aşaması biter. LH'ın kanda değerinin en üst seviyeye ulaşmasıyla folikül yırtılır ve ikincil oosit serbest kalır. Bu evreye **ovulasyon evresi** denir. Döllenme ve hamileliğin başlama ihtimalinin en yüksek olduğu evre ovulasyondan sonraki birkaç gündür.



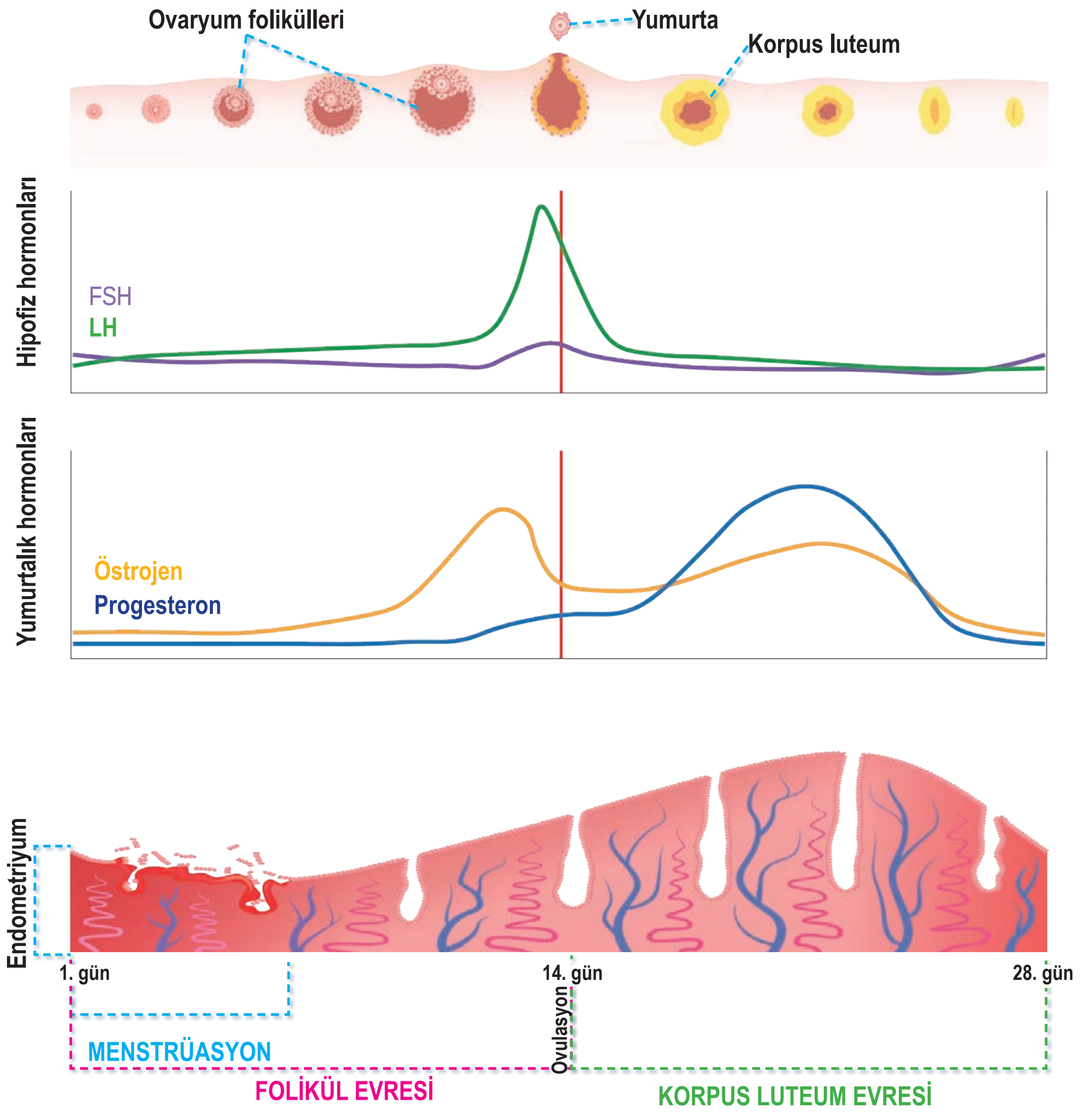
Ovulasyon evresini luteal evre izler. LH, yumurtalıkta içinden ikincil oosit çıkmış olan folikül kesesi artığını uyarır. Bu yapıyı korpus luteuma dönüştürür. Korpus luteum bez yapısında olup progesteron ve östrojen salgılar. Progesteron ve östrojen seviyesi kanda artınca bu iki hormon birlikte negatif geri bildirim oluşturur. Hipofizi ve hipotalamusu etkileyerek kanda LH, FSH salgısının azalmasına neden olur. Bu evreye **luteal evre** veya **korpus luteum evresi** denir .



Luteal evrenin sonunda düşük FSH ve LH düzeyi korpus luteumun parçalanmasına yol açar. Korpus luteumun parçalanması östrojen ve progesteron derişiminin hızla azalmasına neden olur. Östrojen ve progesteron kanda belli bir seviyenin altına düşünce endometriyum parçalanır ve yeni bir âdet dönemi başlar. Bu evreye **menstrüasyon evresi** denir. Menstrüasyon, kan damarları yönünden zengin olan endometriyumun parçalanması sonucunda gerçekleşir. Menstrüasyon kanaması yaklaşık 3-7 gün sürer. Kan, hücre topluluğuyla ve mukusla vajinadan atılır.

Görsel 1.7.9: Menstrual döngü aşamaları

Kanda östrojen ve progesteron seviyesinin düşmesi hipofizden yeniden FSH ve LH salgısını başlatır. Böylece yeni bir döngü başlamış olur. Döllenmenin olmadığı durumda bu değişimler periyodik olarak devam eder. Bu durum dişilerin biyolojik ritminin de bir parçasıdır. Yaklaşık 10-12 gün sonra östrojen kanda en yüksek seviyeye ulaşır. Ovulasyon 28 günlük periyodun yaklaşık 14. gününde gerçekleşir. Ovulasyondan sonraki luteal evre yaklaşık 14 gün sürer. Menstrüasyon döngüsünde kandaki hormon miktarlarındaki değişim, ovulasyon ve endometriyum kalınlığındaki değişime ait grafik Görsel 1.7.10'da gösterilmiştir.


Ovaryum folikülleri
Yumurta
Korpus luteum
Hipofiz hormonları
FSH
LH
Yumurtalık hormonları
Östrojen
Progesteron
Endometriyum
1. gün
14. gün
28. gün
Ovulasyon
MENSTRÜASYON
FOLİKÜL EVRESİ
KORPUS LUTEUM EVRESİ

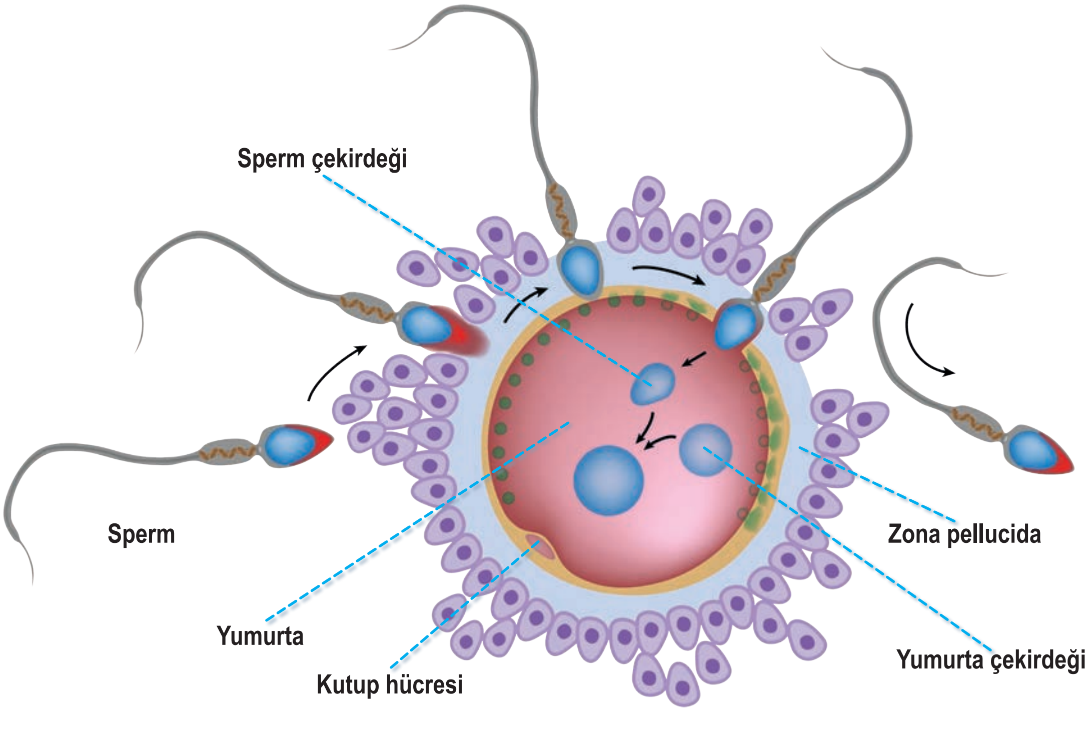
Görsel 1.7.10: Menstrüasyon döngüsünde hormonal değişim ve ovulasyon

Döllenme gerçekleşecek olursa embriyo endometriyuma tutunur ve hCG (insan koriyonik gonodotropin) hormonu salgılar. hCG, korpus luteumun devamlılığını sağlar. Korpus luteum ise progesteron ve östrojen salgısını devam ettirerek endometriyumun bozulmadan kalmasını sağlar. Gebelik testlerinin çoğunda kanda hCG ya da kandan idrara geçen hCG seviyesi ölçülür.

DÖLLENME

Döllenme, ikincil oosit ile spermin haploit çekirdeğinin kaynaşmasıdır. Bu kaynaşmanın olabilmesi için öncelikle spermin baş kısmındaki çekirdeğin yumurtaya girmesi gerekir. Ovulasyon sonrası geride kalan folikül kesesi artığı, korpus luteumu oluşturur. Serbest kalan ikincil oosit döllenmezse ve oogenezini tamamlayamazsa korpus luteum parçalanır.

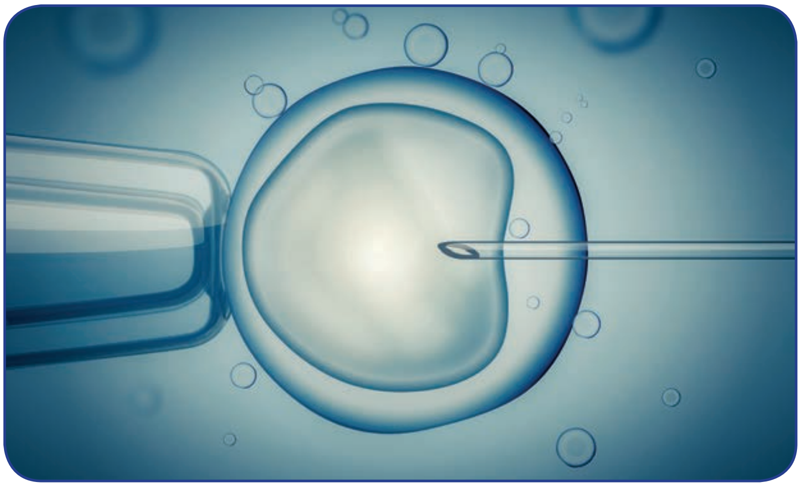
Dişi üreme sistemine bırakılan milyonlarca spermden bir bölümü yumurtalık kanalında canlı kalmayı başarıp bu kanaldaki yumurtaya doğru ilerler. Diğer spermler ise ölür. Sperm yumurtaya ulaştığında yumurtanın dış tarafındaki **zona pellucida** (*zona pelusida*) adı verilen jel yapıya temas eder. Zona pellucida içinde sperm için reseptör görevi yapan molekül bulunur. Bu molekül spermin zona pellucida'dan geçişini kolaylaştırır. Spermin akrozomundan salınan enzimler jeli eriterek bir açıklık oluşturur. Bu açıklıkta spermin plazma zarı ile yumurtanın plazma zarı kaynaşır. Bu kaynaşma sperm çekirdeğinin ikincil oositin sitoplazmasına girmesini sağlar. Aynı zamanda metafaz II evresinde bekleyen bu hücrede mayozun tamamlanmasını uyarır (Görsel 1.7.11). Döllenme gerçekleşince zigotun kromozom sayısı diploit olarak korunmuş olur. Döllenme sonrası hızla bölünen zigot, çok hücreli bir yapıya dönüşür ve rahim duvarına gömülür. Böylece hamilelik gerçekleşir.



Görsel 1.7.11: Döllenme

Birçok çift, çeşitli biyolojik nedenlerle çocuk sahibi olamamaktadır. Bu duruma **kısırlık** denir. Kısırlığın erkekte sperm sayısının azlığı, spermlerin yeterince hareketli olmaması, kadında yumurtanın serbest hâle gelememesi, yumurta kanallarının tıkalı olması gibi pek çok nedeni vardır. Günümüzde üreme teknolojileri çocuk sahibi olmak istediği hâlde çocuk sahibi olamayan çiftlerin bu sorununu çözebilmektedir. Kısırlık tipine göre uygun tedavi seçenekleri bulunmaktadır. Bu tedavi seçeneklerinden birisi de in vitro fertilizasyon yöntemidir.

In vitro fertilizasyon, laboratuvar ortamında yumurta ile spermin birleştirilerek anneye transferine dayanan bir yöntemdir. Tedavinin başlangıcında annede yumurta gelişimini uyaran ilaçlarla çok sayıda yumurta üretilir. Yumurtalar cerrahi yöntemle alınır. Erkekten alınan spermlerle yumurtanın laboratuvarda döllenmesi sağlanır. In vitro fertilizasyon yöntemlerinden biri olan mikroenjeksiyon yönteminde ise spermin baş kısmı yumurtanın içine enjekte edilerek döllenme sağlanır (Görsel 1.7.12). Her iki uygulamada oluşan zigotun birkaç gün gelişmesi beklenir. Embriyo yaklaşık 4-8 hücreli evrede annenin rahmine enjekte edilir. Rahimde birden fazla embriyo tutunabilir. Bu durumda ikiz, üçüz gibi çoğul gebelikler ortaya çıkar. Nakil yapılmayan embriyolar ise daha sonra aynı çift için kullanılmak üzere uygun ortamda dondurularak saklanabilir.



Görsel 1.7.12: Mikroenjeksiyon yöntemiyle döllenme

In vitro fertilizasyon yöntemine ek olarak gebelik şansını artırmak için yeni yöntemler araştırılmaktadır. Bu yeni yöntemler tedavide başarı oranını artırır ve böylece daha önce bu yöntemin uygulanamadığı kişilerin çocuk sahibi olma şansı doğar. Eskiden erkeğin semeninde sperm olmadığı durumlarda uygulanamayan in vitro fertilizasyon yöntemi gelişen teknolojiyle sperm sayısı az olan erkeklerde testisten sperm bulmak mümkün hâle gelmiştir. Testisten sperm alınma yönteminde küçük bir cerrahi işlemle testis içine girilir. Özel ameliyat mikroskobuyla (mikro cerrahi), testis içindeki geniş ve dolgun sperm kanalları tespit edilir ve bu bölgelerden örnekler alınır.

Önemli !

İn vitro fertilizasyon (IVF) ilk kez 1978'de kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde tıp merkezlerinde binlerce bebek bu yöntemle dünyaya gelmektedir.

Embriyonun gelişmesi ve sağlıklı bir gebeliğin oluşması için rahme iyi tutunması gerekir. Embriyonun rahme tutunabilmesi için zona pellucidanın yırtılması gerekir. Bu tutunmayı kolaylaştırmak için son yıllarda yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Yardımla yuvalama denilen teknikle bu zar üzerinde lazer kullanarak delikler açılır. Böylece embriyonun rahme tutunması kolaylaştırılır. Bu yöntem donmuş embriyo kullanılacaksa, daha önce başarısız in vitro fertilizasyon denemesi varsa veya kadının yaşı 40'ın üzerindeyse uygulanır.

In vitro döllenme tekniğinde döllenmiş yumurtalar, en az sekiz hücre oluşturuncaya kadar bekletilir ve daha sonra kadının rahmine yerleştirilir. Ancak in vitro fertilizasyon yönteminde başarıyı artırmak için kullanılan diğer bir yöntem de "blastosist" transferidir. Normal işleyişte embriyo 2. veya 3. günde rahme yerleştirilirken bu yöntemde embriyo blastosist adı verilen evreye ulaşınca rahme yerleştirilir. Büyük bir hücre kümesi hâline gelen embriyonun rahme tutunup gelişmesi kolaylaşır ve sağlıklı gebelik ihtimali artar.

1.7.2. ÜREME SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Üreme sisteminin sağlıklı yapısını korumak için sağlıklı ve dengeli beslenmek, alkol, tütün ve tütün mamullerinden uzak durmak çok önemlidir. Tütün ve tütün mamulleri kullanımı, erkeklerde sağlıksız spermin oluşmasındaki en önemli sebeplerden biridir. Gebelikte kullanılan tütün mamulleri, bebekte gelişim geriliğine ve düşüğe sebep olabilmektedir. Tütün ve tütün mamulleri kullanımı kadar alkolün zararları da çoktur. Alkol ve tütün mamulleri kullanımı erkeklerde sperm sayısının azalmasına neden olur. Kadınlarda âdet düzensizliğine ve gebelerde bebeğin gelişiminin geri kalmasına yol açar.

Üreme sisteminin sağlıklı yapısının korunması için kişisel hijyene dikkat edilmelidir. Mikropların kolayca üremelerini önlemek için dış üreme organlarının temiz ve kuru tutulması, çamaşırların her gün değiştirilmesi gerekir. Naylon yerine pamuklu iç çamaşırları tercih edilmelidir. Vajinanın kendini koruyan yapısını bozmamak için içi hiçbir zaman yıkanmamalıdır . Çünkü bu işlem enfeksiyon görülme sıklığını arttırır. Tuvalet sonrası temizlik yaparken önce üreme organlarının sonra makatın temizliği yapılır. Böylece dıştaki mikropların vajinaya ve idrar kanalına bulaşması önlenir.

Tek eşlilik ve kondom kullanımı frengi, bel soğukluğu, AIDS, hepatit B ve hepatit C, herpes virus, papillomavirus gibi hastalıklara karşı alınacak önemli tedbirlerdendir. Cinsel yolla bulaşan bu hastalıklar tedavi edilmezse ölümcül olabilir. Cinsel yolla bulaşan hastalıkların çoğu kadınlarda daha ciddi problemlere yol açmaktadır.

Son yirmi yılda kısırlık bir üreme sağlığı sorunu olarak ortaya çıkmıştır. Dünya Sağlık Örgütü dünyada 60-80 milyon kısır çift olduğunu tahmin etmektedir. Bunun en yaygın nedeni cinsel yolla bulaşan hastalıklar ve enfeksiyonlardır. Kısırlık tedavisinde son yıllarda büyük gelişmeler olmuştur. Kısırlık her iki cinsiyet için de sorun olmasına rağmen pek çok toplumda bu sorunun sosyal ve psikolojik sonuçlarını kadınlar yüklenmektedir. Gebelik ve doğuma bağlı sağlık sorunlarını genelde kadınlar yaşamaktadır.

ARAŞTIRIYORUM

Üreme sisteminin sağlığıyla ilgili araştırma yapmak amacıyla dörder veya beşer kişilik gruplar oluşturunuz. Konuyla ilgili bilgi almak için aile hekiminden randevu alınız.
Yanıtları not ederek bir sunu hâline getiriniz.
Aile hekimine aşağıdaki soruları yöneltiniz.

1. Üreme sisteminin sağlığının korunması neden önemlidir?
2. Hastalarınız üreme sisteminin sağlığıyla ilgili ne tür şikâyetlerle size başvurur?
3. Üreme sisteminin sağlığını korumaya yönelik olarak farklı yaş gruplarındaki bireylere ne tür önerilerde bulunuyorsunuz?
4. Üreme sistemi sağlığıyla ilgili toplumu bilgilendirmek amacıyla ne tür çalışmalar yapılmaktadır?

Aile hekiminden edindiğiniz bilgiler doğrultusunda grup arkadaşlarınızla üreme sisteminin sağlığının korunmasının bireysel ve toplumsal açıdan önemini tartışıp sununuza ekleyiniz.

Hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.7.3. İNSANDA EMBRİYONİK GELİŞİM SÜRECİ

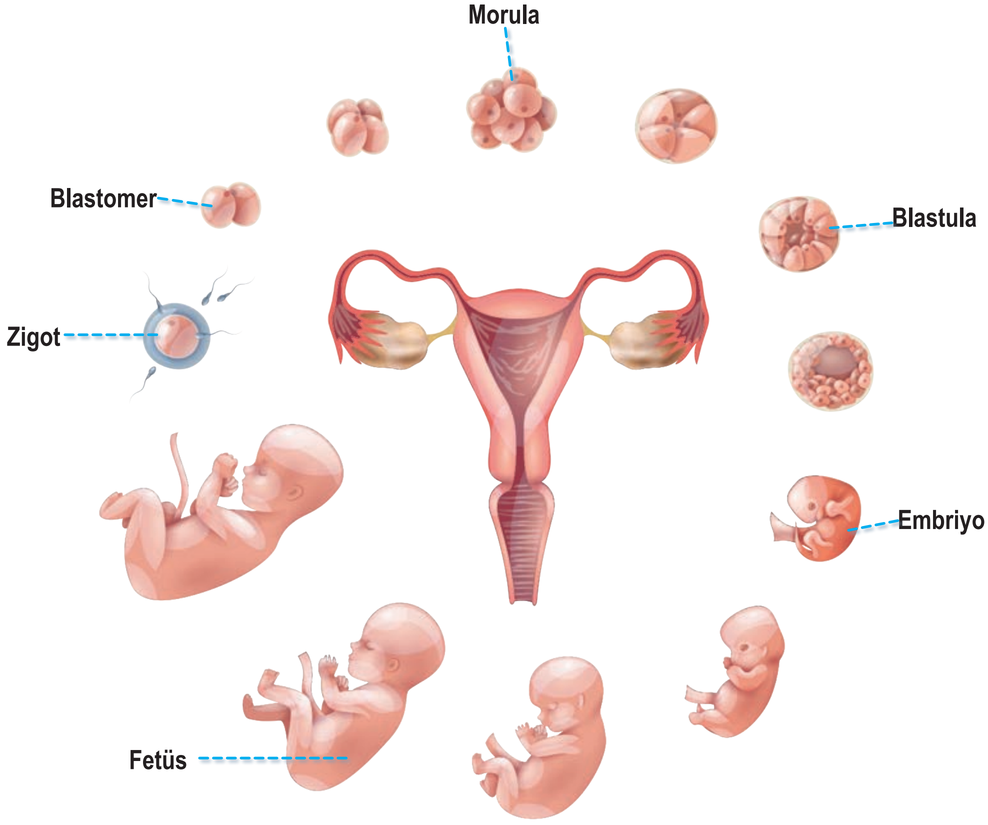
Embriyonik gelişme yumurta ile spermin birleşip zigotu oluşturmasıyla başlar. Döllenme sonucu oluşan zigot, tek bir hücreyken büyüme ve gelişme sonunda milyarlarca hücreden oluşan dokuya ve organa sahip karmaşık bir organizmaya dönüşür. Bu süreç hücre bölünmeleri sayesinde gerçekleşir. Bu aşamadan sonra embriyo büyüme ve gelişmeye başlar. **Büyüme**, mitozla hücre sayısındaki artıştır. **Gelişme**, dokuların ve organların yapılarındaki değişiklikler sonucu biyolojik fonksiyonlarındaki ilerleme ve olgunlaşmadır.

Embriyonik gelişim, art arda gerçekleşen bir dizi hücre bölünmesiyle başlar. Zigotun hücre bölünmelerine **segmentasyon** denir. Segmentasyon sonucu oluşan hücrelerden her birine **blastomer** adı verilir. Nadiren bölünen iki hücre birbirinden ayrılıp tek yumurta ikizlerini (monozigotik ikizleri) oluşturur.

Segmentasyon sırasında mitoz hızla gerçekleşir ancak sitoplazma miktarı aynıdır. Embriyoyu oluşturan hücreler küçülür. Segmentasyon sırasında oluşan hücrelerin dut şeklinde bir araya gelerek oluşturduğu yapıya **morula** denir.

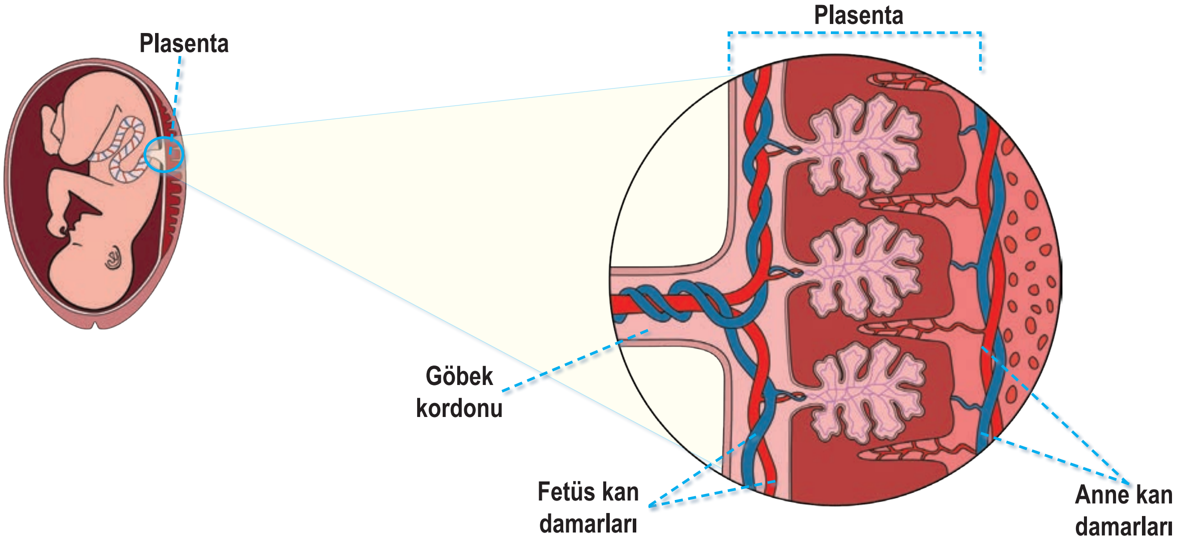
Döllenmeden 6-7 gün sonra embriyo, yaklaşık 100 hücreden oluşmuş blastosist adı verilen içi sıvı dolu bir yapı olarak rahme ulaşır. Blastosist embriyonun blastula aşamasıdır. Blastosistte yer alan hücreler vücuttaki her tip hücreye dönüşebilecek kök hücrelerdir. Embriyoda ikinci gelişim aşaması gastrulasyondur. Gastrulasyon döllenmeden yaklaşık 9 gün sonra başlar. Gastrulasyonda üç tabakalı embriyo oluşur. Bu embriyonik tabakalar farklılaşarak özgül organ sistemlerini oluşturur. Gelişmekte olan embriyoda doku ve organlar hücre şekillerinin değişimine, hücre göçüne ve programlanmış hücre ölümüne bağlı olarak şekillenir (Görsel 1.7.13).

Segmentasyonla oluşan embriyo rahim duvarına tutunur. 4-5 hafta sonra plasenta oluşana kadar embriyo endometriyumdaki kılcallardan beslenir. Plasenta embriyoya besin ve oksijen sağlar, embriyonun atıklarını da uzaklaştırır.



Görsel 1.7.13: Embriyonik gelişim

Gebeliğin oluşumundan yaklaşık bir ay sonra göbek kordonu, plasenta ve büyüyen embriyonun etrafında amniyon oluşur (Görsel 1.7.14).



Görsel 1.7.14: Göbek kordonu ve plasenta

İnsanın embriyonal gelişimi üçer aylık dönemlere ayrılır. Embriyoda en hızlı değişim ilk 3 aylık sürede gerçekleşir. 8. haftanın sonunda tüm organlar gelişmeye başlar ve embriyo **fetüs** adını alır. Amniyon embriyoyu kuşatan sıvıyla dolu kesedir. Göbek kordonu plasenta ile embriyo arasında bağlantı kurar. Plasenta, embriyoya besin ve oksijen sağlamanın yanı sıra bebeğin bağışıklık sisteminde etkili antikorların anneden bebeğe geçişini sağlar. Döllenmeden sonra embriyonun beyni ve omuriliği şekillenmeye başlar. Döllenmeden 9 hafta sonra fetüsün organları, kasları ve kaburgaları belirginleşmeye başlar. Kol ve bacak çıkıntılarında el, ayak ve parmaklar oluşur. Böylece fetüs ilk üç aylık gelişim dönemini tamamlar. İlk 3 ayın sonunda fetüs farklılaşmasını tamamlamıştır, fetüs yaklaşık 5 cm boyundadır (Görsel 1.7.15).

Görsel 1.7.15: 3 aylık embriyo

Görsel 1.7.16: 4-6 aylık embriyo

İkinci üç aylık dönemde fetüsün kaşları, kirpikleri oluşur. Kemikler ve dişler oluşmaya başlar. Fetüs büyüme ve gelişimini sürdürür. Yaklaşık 30 cm boya ulaşır. Bu dönemde gebeliği sürdüren hormon olan progesteron plasenta tarafından salgılanmaya başlar (Görsel 1.7.16).

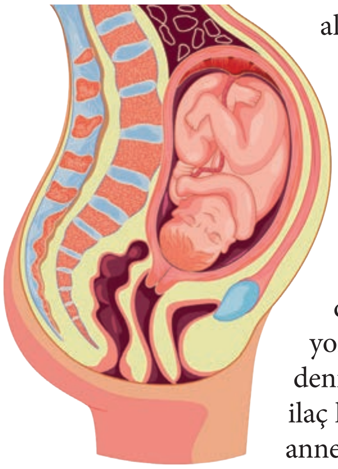
Üçüncü üç aylık dönemde büyüme devam eder. Dolaşım ve solunum sistemleri gelişir. Kaslar kalınlaşır. Fetüs bu dönemin sonunda yaklaşık 50 cm boya ve üç kilogram ağırlığa ulaşır (Görsel 1.7.17). Bu evrenin sonunda fetüsün başı rahim ağzına bakacak şekilde döner (Görsel 1.7.18).

Görsel 1.7.17: 7-9 aylık embriyo

Üçüncü üç aylık evrenin sonunda hipofizden salgılanan oksitosin hormonunun etkisiyle rahim kasılması oluşur. Bu durum doğumun başladığını gösterir. Doğum gerçekleştikten sonra da hormonlar etkisini sürdürür. Progesteron, östrojen seviyesi azalınca rahim de eski boyutuna dönmeye başlar. Hipofizden salgılanan prolaktin meme bezlerinin süt salgılamasını uyarır. Oksitosin hormonu ise sütün kanallardan boşaltılmasını sağlar.

Anne hamilelikte tütün, tütün mamulleri, alkol, ilaç ve bağımlılık yapan maddeler kullanıyorsa bu maddeler plasentadan bebeğe geçer ve bebekte gelişim bozukluklarına yol açabilir. Tütün ve tütün mamulleri kullanan annelerde embriyoya yeterince oksijen ve besin ulaşmaz. Bebeğin sinir sistemi gelişimi olumsuz etkilenir. Annenin hamilelik süresince geçirdiği enfeksiyon hastalıkları da bebeğin gelişimini olumsuz etkileyebilir.

Hamilelik ve emzirme dönemindeki kadınlar, ilaç kullanımı konusunda dikkatli davranmalıdır. Hamilelerin, hamilelikleri sırasında idrar yolu enfeksiyonu, üst solunum yolu enfeksiyonu, diş enfeksiyonu gibi çeşitli rahatsızlıklar nedeniyle antibiyotik kullanması gerekebilir. Hamileler kendi doktoruna danışmadan ilaç kullanmamalıdır. Hamilelikte ilaç ve antibiyotik kullanımı zorunluysa bebek ve anne için zararı en az olanlar tercih edilmelidir. Kullanılacak antibiyotik için yapılan etken madde ve dozaj ayarlaması hamileliğin haftasına, evresine göre doktor tarafından yapılır.


Görsel 1.7.18: Doğumdan önce fetüs

Hamilelik süresince annenin yeterli ve dengeli beslenmesi fetüsün sağlıklı gelişimi için önemlidir. Eğer beslenme eksikliği varsa bebekte gelişim geriliği ortaya çıkar. Folik asit, ısı ve ışığa karşı hassas olduğu için besin ısı ve ışığa maruz kaldığında kayba uğrar. Besindeki folik asit, besinin hazırlanması ve saklanması aşamalarında eksilebilir. Bu yüzden hamilelikte doktor kontrolünde takviye folik asit alınır. Folik asit alımına hamilelikten 6-8 hafta önce başlanır, gebeliğin ilk 12 haftası boyunca devam edilir. Bebeğin beyin gelişimi ilk 3 ayda tamamlanır. Folik asit kullanımı, beyin ve omuriliğe bağlı doğum kusurlarını önler. Folik asitin yetersiz alınması durumunda açık omurga (spina bifida) anomalisi ortaya çıkabilir. Açık omurga, en yaygın sinir sistemi kusurudur. Bu kusur, beyin hasarına ya da beyin gelişiminin yarım kalmasına neden olur. Bu sorunların çoğu (yaklaşık %70'i) folik asit tüketimiyle önlenebilir. Yeterli folik asit alımıyla kansızlığın ve bebeğin anormal beyin gelişiminin önüne de geçilebilir. Kuru baklagiller, yeşil yapraklı sebzeler, et ve et ürünleri folik asit yönünden zengin besinlerdir (Görsel 1.7.19).

Kuşkonmaz

Yeşil mercimek

Görsel 1.7.19: Folik asit içeren gıdalar

Hamilelikte yoğun stres bebeğin ruhsal gelişimi üzerine olumsuz sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Yapılan çalışmalara göre hamilelik döneminde yaşanan stres plasentada değişiklik oluşturmakta bu da bebeğin sinir sisteminin gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. İkinci üç aylık dönem bebeğin beyin gelişimi için oldukça önemli bir dönem olarak kabul edilmektedir. Hamileliğin son dönemlerinde yaşanan stresin ise erken doğum riskini artırdığı görüşü hakimdir. Birçok araştırma gebelik dönemindeki yoğun stresin düşük doğum ağırlıklı bebeklerin dünyaya gelişine neden olabileceğini göstermektedir. Aynı şekilde hamilelik öncesinde ve hamilelik sırasında derin üzüntü ve kaygı yaşayan annelerin bebeklerinde dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu görülme riski de yüksektir. Anne, stresi azaltmak için duygusal ve fiziksel sorunlarla başa çıkmayı öğrenmeli, gerektiğinde profesyonel yardım da almalıdır.

Hamilelerin maruz kaldığı X ışınımının fetüsün gelişimi üzerine etkileri araştırılması zor konulardan biridir. Özellikle hamilelikte tanı ve tedavi amaçlı kullanılacak radyasyona karar vermek oldukça zordur. Mecbur kalmadıkça gebeliğin özellikle ilk üç aylık ve son üç aylık döneminde röntgen çekilmemelidir. Röntgen çekimi zorunluysa anneye kurşun önlük giydirilmelidir.

Fetüsün cinsiyeti ve gelişimi ultrason incelemesiyle değerlendirilebilir. Ultrason görüntüsü yüksek dalga boylu seslerin yansımasıyla oluşturulur. Hamileliğin düzenli izlenmesi doğacak bebeğin ve annenin sağlığı için önemlidir. Ultrasonla bazı kalıtsal hastalıklar ve anomaliler doğum öncesinde belirlenebilir ve bebeğin gelişiminin sağlıklı olup olmadığı tespit edilebilir. Bu yöntemle embriyonun izlenmesi yanında annede oluşabilecek bir anomali de erken safhada tespit edilir. Ultrason görüntülemenin bilinen hiçbir zararı yoktur (Görsel 1.7.20).

Görsel 1.7.20: Ultrason görüntülemesi

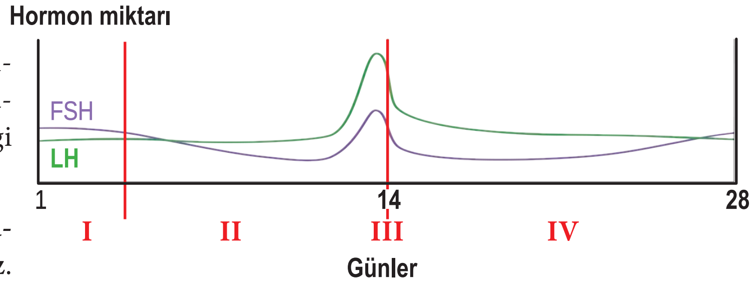
7. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki açık uçlu soruların yanıtını boş bırakılan alana yazınız.

1. Sperm ve yumurtayı büyüklük, hareket özelliği ve hücre içinde bulundurduğu içerik yönünden karşılaştırınız.
Bu hücrelerin üreme sırasındaki görevlerinin benzerlik ve farklılıklarını yazınız.

2. Dişi üreme sistemini kontrol eden hipofiz hormonlarının miktarının zamanla değişimi grafikte gösterildiği gibidir.

Aşağıdaki soruları grafikte numaralandırılmış evrelere göre yanıtlayınız.



a) Ovulasyonun gerçekleştiği evrenin hangisi olduğunu yazınız.

b) Folikülün olgunlaştığı evrenin hangisi olduğunu yazınız.

c) Folikül kesesi artığının korpus luteuma dönüştüğü evre hangisidir?

ç) FSH hormonunun kanda değişimiyle ilgili bir soru yazıp soruyu yanıtlayınız.

3. Aşağıda numaralarla verilen terimleri harflerle verilen ifadelerle eşleştiriniz. Eşleşmeyen terimin açıklamasını yazınız.

I) Epididimis
II) Endometriyum
III) Prostat bezi
IV) Fallopi tüpü
V) Korpus luteum
VI) Rahim ağzı

A) Rahmin iç kısmını kaplayan epitel tabakadır.
B) Spermlerin bir müddet depolandığı yerdir.
C) Folikül kesesi artığı olup hormon salgılayan yapıdır.
Ç) Spermle yumurtanın döllendiği bölümdür.
D) Sperm hücrelerinin hareketini kolaylaştıran sıvıyı oluşturur.

7. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

B) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

4. Dişilerde LH maksimum düzeye ulaştığında aşağıdakilerden hangisi gerçekleşir?

A) Menstrüasyon kanaması gözlenir.
B) Ovaryumda yeni bir folikül gelişir.
C) Korpus luteum bozulur.
D) Ovulasyon gerçekleşir.
E) Folikülde mayozla yumurta oluşumu başlar.

5. Cansu, insanda üreme sistemiyle ilgili aşağıda verilen bilgileri doğru, yanlış olarak işaretlemiştir.

I. Döllenme yumurta kanalında gerçekleşir. (D)
II. Sperm, oositin içine girdikten sonra oosit mayozu tamamlar. (D)
III. Spermatogenezin gerçekleşmesi için yüksek sıcaklığa ihtiyaç vardır. (D)
IV. Oogenez rahimde başlar. (D)
V. Döllenme sonrası embriyo servikse yerleşir. (Y)
VI. Progesteron, embriyonun rahimde tutunmasında etkilidir. (Y)

Bu işaretlemelerden hangileri yanlıştır?

A) I, II ve III
B) II, III ve IV
C) I, III ve IV
D) III, IV ve VI
E) III, IV, V ve VI

6. İnsanlarda yumurtalıkla ve testisle ilgili

I. Hormon üreten hücreler bulundurma
II. Mayoz geçiren hücrelere sahip olma
III. Üretrayla bağlantılı olma

ifadelerden hangisi her ikisi için de ortaktır?

A) Yalnız II
B) Yalnız III
C) I ve II
D) II ve III
E) I, II ve III

7. Fetüs hücrelerinin anne beynine beyinde oluşan hasarları tamir etmek amacıyla göç ettiğine dair araştırmalar yapılmaktadır. Bu durum kanıtlanırsa Alzheimer ve felç gibi hastalıkların yol açtığı beyin hasarlarının tedavi edilmesine yönelik yeni yöntemler bulunabilir.

Yukarıdaki paragrafta fetüs ile anne arasındaki bağ anlatılmaktadır. Verilen bilgiye göre

I. Plasenta anneyle bebek arasında hücre geçişine izin verir.
II. Plasenta anneden bebeğe madde geçişini tek yönlü sağlar.
III. Annenin sinir sistemindeki rahatsızlıklar, plasentadan geçecek hücreler sayesinde onarılabilir.

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) II ve III

8. Plasentayla ilgili aşağıda verilen

I. Blastosistin rahim duvarına tutunmasıyla oluşur.
II. hCG salgılayarak korpus luteumun bozulmasını sağlar.
III. Embriyo ile plasenta arasındaki bağı göbek kordonu sağlar.

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) II ve III
E) I, II ve III

9. Dişilerde hamilelik sırasında en hızlı değişimin gerçekleştiği, beyin ve omuriliğin şekillenmeye başladığı evre aşağıdakilerden hangisidir?

A) İkinci üç aylık dönemde

B) Blastosist aşamasında

C) İlk üç aylık dönemde

D) Gastrula evresinde

E) Morula evresinde

10. Endometriyumla ilgili

I. Rahmin iç duvarıdır.
II. Menstrüasyon döngüsünde mayozla kalınlığı artar.
III. Döllenmenin gerçekleştiği dokudur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

11. Aşağıdaki hormonlardan hangisi menstrual döngüde görev almaz?

A) LH B) FSH C) ACTH
D) Progesteron E) Östrojen

12. Erkek üreme sistemiyle ilgili

I. Spermin oluşumunda görevlidir.
II. Spermlerin beslenmesini sağlar.
III. Testosteron salgılar.

ifadelerinden hangileri sertoli hücreleri için doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

13. Dişi üreme sisteminde yırtılan folikülün oluşturduğu korpus luteumla ilgili

I. Hormon salgılar.
II. Gebelikte varlığını sürdürebilir.
III. Östrojen ve progesteron salgılar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I
B) Yalnız III
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

14. Döllenme ve embriyonik gelişimle ilgili

I. Zigot oluşumu vas deferenste gerçekleşir.
II. Zigot çok sayıda mitoz geçirir.
III. Embriyoda en büyük değişim ilk üç aylık dönemdedir.

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

15. Embriyonik gelişimle ilgili verilen

I. Segmentasyonda hücreler büyümeden bölünür.
II. Fetüsün asıl büyük değişimi beşinci ayda gerçekleşir.
III. Zigotun oluşumu rahimde gerçekleşir.
IV. Embriyonun rahime tutunmasında progesteron hormonu seviyesi etkilidir.

ifadelerden hangileri yanlıştır?

A) I ve II

B) II ve III

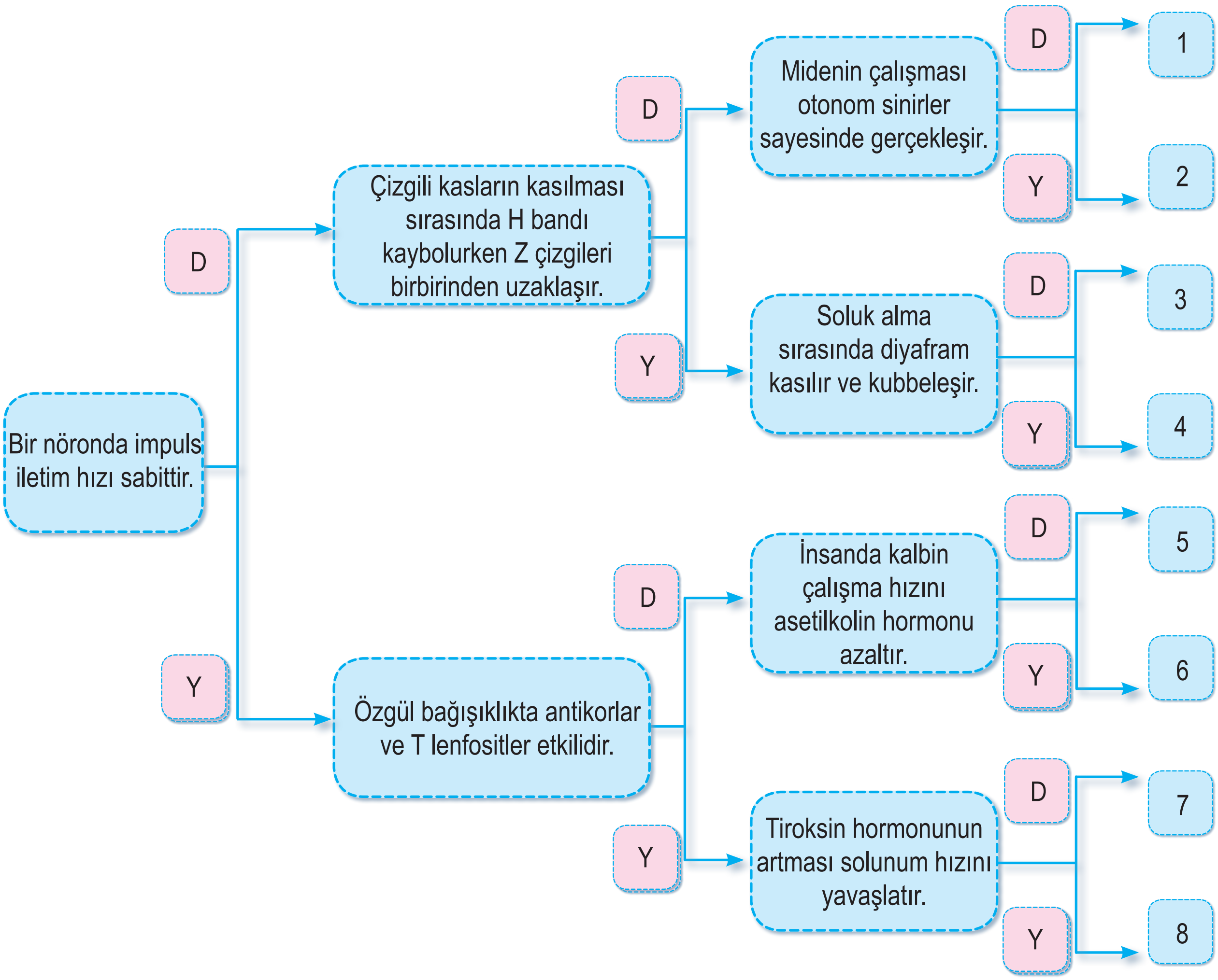
C) I, II ve III

D) I, II ve IV

E) I, III ve IV

A) Aşağıdaki tanılayıcı dallanmış ağaç üzerindeki ifadelerden doğru ya da yanlışı seçerek doğru çıkışa gidiniz.

1.


Bir nöronda impuls iletim hızı sabittir.
D
Y
Çizgili kasların kasılması sırasında H bandı kaybolurken Z çizgileri birbirinden uzaklaşır.
Özgül bağışıklıkta antikorlar ve T lenfositler etkilidir.
D
Y
D
Y
Midenin çalışması otonom sinirler sayesinde gerçekleşir.
Soluk alma sırasında diyafram kasılır ve kubbeleşir.
İnsanda kalbin çalışma hızını asetilkolin hormonu azaltır.
Tiroksin hormonunun artması solunum hızını yavaşlatır.
D
Y
D
Y
D
Y
D
Y
1
2
3
4
5
6
7
8

2. Gizem, terzi olan annesine hafta sonları yardım eder. Elbiseye düğme dikerken eline iğne batar. Gizem elini hızla çeker. **Gizem'in bu tepkiyi oluşturmasında görev alan yapıları sırasıyla yazınız.**

....

....

....

3. İnsan bedeninde dokuların oluşmasını, çoğalmasını veya onarılmasını sağlayan asıl hücrelere **kök hücre** denir. Kan yapımı bakımından kök hücrelerin en çok bulunduğu yer kemik iliğidir. Kök hücre, ayrıca kanda ve bebeklerin kordon kanında da bulunur. Alıcı ve verici arasında kan grubu uyuşmazlığı olduğunda kemik iliğinden sıvı kısım ve alyuvarlar uzaklaştırıldıktan sonra hastaya kök hücre verilir. Bu yöntem, kanser başta olmak üzere pek çok hastalık için de yaşam kurtaran bir tedavi yöntemidir. Kemik iliği kök hücresi verecek gönüllüler 18-50 yaş arasındaki sağlıklı bireyler olmalıdır. Gönüllüler, sağlık merkezleri aracılığıyla kök hücre bağışında bulunabilirler.

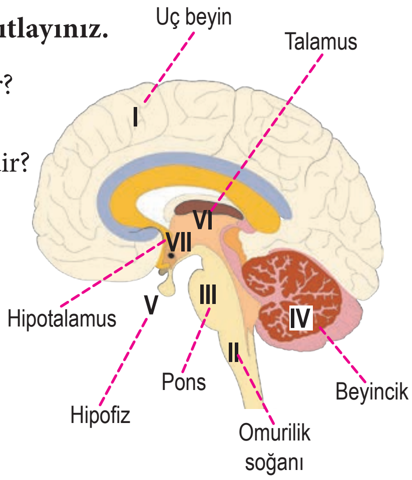
A) Kök hücrenin kemik iliğinden ve kordon kanından elde edilmesinin nedeni nedir?

....

B) Kan grubu uyuşmazlığı bulunan kişilerde kök hücrenin kemik iliğindeki sıvı kısmın veya alyuvarların uzaklaştırılmasından sonra hastaya verilmesinin nedeni nedir?

....

4. Aşağıdaki soruları görselde numaralandırılmış bölümlere göre yanıtlayınız.



A) Açlığı ve susuzluğu kontrol eden bölge görseldeki kaç numaralı bölgedir?

....

B) Solunum, dolaşım, boşaltım gibi olayları düzenleyen kaçıncı bölgelerdir?

....

C) Geçirdiği bir trafik kazası sonucu işitme, konuşma ve tat alma duyularının ayırt edilmesi ve değerlendirilmesinde güçlük çeken bir bireyde beynin hangi bölümü zarar görmüştür?

....

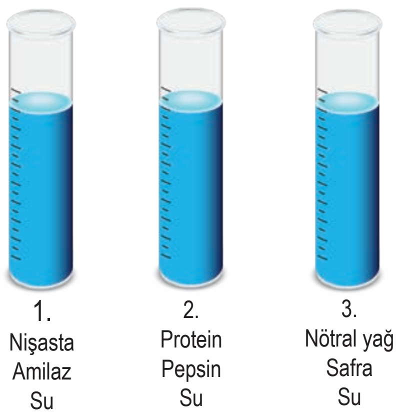
Ç) Görselde numaralandırılmış III. bölge hangi sistemin çalışmasını düzenler?

....

D) Tiroit bezinin tiroksin hormonu salgılayabilmesi için TSH hormonu tarafından uyarılması gerekir. Aksi hâlde guatr rahatsızlığı oluşur. Buna göre hangi bölgenin işlevini gerçekleştirememesi guatr rahatsızlığına neden olur?

....

5. 1, 2 ve 3 nolu deney tüpleri sindirim için en uygun koşullarda tutulmaktadır. **Aşağıdaki soruları bu duruma göre nedenleriyle yanıtlayınız.**



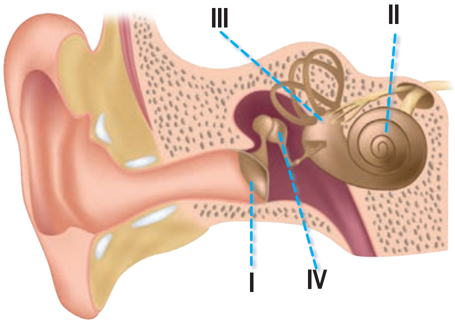
A) Hangi tüpte kimyasal sindirim gerçekleşir?

....

B) Hangi tüpte kimyasal sindirim gerçekleşmez? Neden?

....

6. Kulağın yapısını gösteren görselden yararlanarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.



A) Ses, ilk kez hangi bölümde titreşime uğrar?

....

B) Dengenin sağlandığı yapı neresidir?

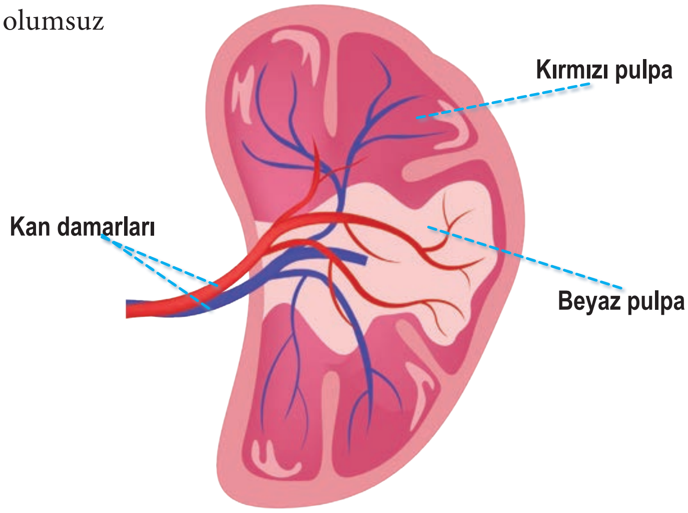
....

C) İşitme sinirleri hangi bölümde yer alır?

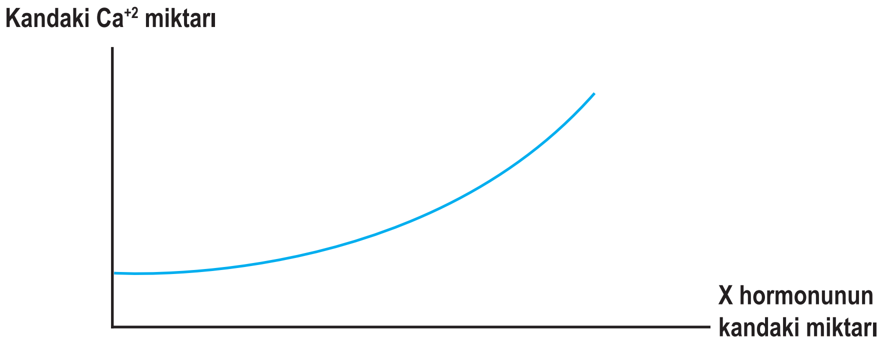
....

7. Vücuttaki kan depolarından biri olan dalak, lenf düğümlerinin olduğu beyaz pulpadan, kan damarlarının ve çok yoğun kırmızı kan hücrelerinin bulunduğu kırmızı pulpadan oluşur. Beyaz pulpada bağışıklık hücreleri üretilir ve çeşitli enfeksiyon yapıcı mikroorganizmalar yakalanır. Kırmızı pulpadaki alyuvarlar ise gerektiğinde dolaşım sistemine verilerek hematokrit değerini artırır. Dalak ayrıca yaşlı alyuvarların parçalandığı organlardan biridir.
Buna göre herhangi bir nedenle dalağını kaybetmiş bir kişi için aşağıdaki tespitlerden doğru olanlarını işaretleyiniz?

( ) I. Çeşitli bakteriyel virütik hastalıklara karşı aşı yaptırmak zorunda kalır.
( ) II. Alyuvarları yenilenmez.
( ) III. Kolay kolay enfeksiyona yakalanmaz.
( ) IV. Vücudunda kan depolayamaz.
( ) V. Hematokrit değeri değişmez.
( ) VI. B ve T lenfositlerinin aktivasyonu olumsuz etkilenir.



8. Aşağıdaki grafik insana ait X hormonunun kanda Ca^{+2} miktarındaki değişimi nasıl etkilediğini göstermektedir. **Buna göre**



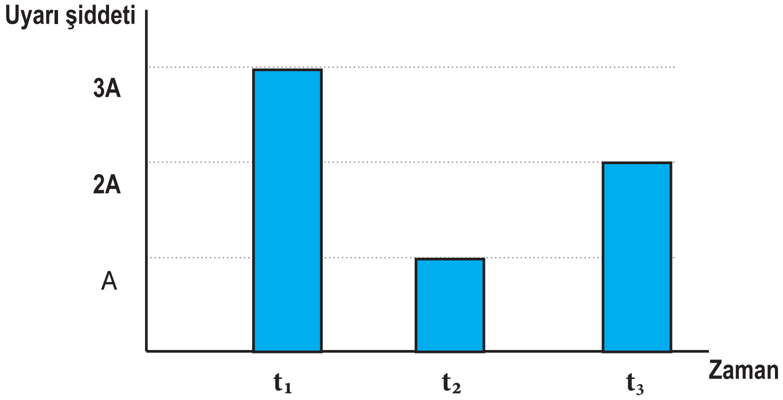
A) Grafikte verilen X hormonu hangi hormondur?

....

B) X hormonu hangi endokrin bezden salgılanır?

....

9. Grafikte eşik değeri (A) olan bir sinir hücresinin t_1, t_2, t_3 zamanlarında verilen uyarı şiddeti gösterilmiştir. **Buna göre**



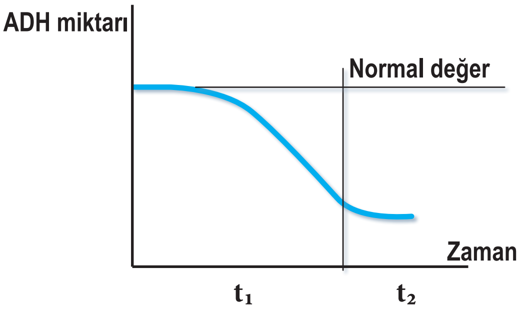
A) Sinir hücresinde t_1, t_2, t_3 zamanlarında impuls iletim hızlarını karşılaştırınız.

....

B) t_1, t_2, t_3 zamanlarında sinir hücresinde oluşacak impuls sayısı karşılaştırmasını yapınız.

....

10. Bir bireye ait kandaki ADH hormonunun zamana bağlı değişimi aşağıdaki grafikte verilmiştir. **Buna göre**



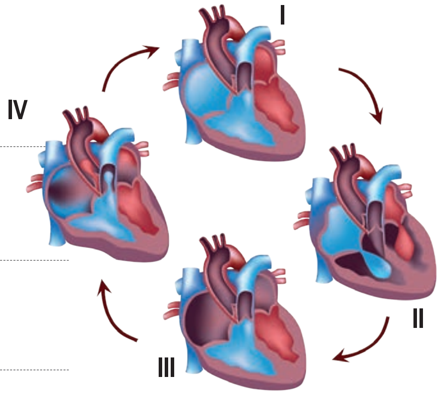
bireyin nefron kanallarında t_1 ve t_2 zaman aralıklarındaki su miktarının zamana bağlı değişiminin nasıl olacağını açıklayınız.

11. Alkolün insan metabolizmasına etkileri aşağıda verilmiştir.

- Alkol tüketen bireyler sık aralıklarla idrara çıkar.
- Alkol hafızayı ve öğrenmeyi olumsuz etkiler.
- Alkol yürümede ve dengede bozukluğa neden olabilir.
- Alkolün aşırı tüketiminde dolaşım ve solunum sisteminin düzenlenmesinden sorumlu merkezî sinir sistemi baskılanır ve ölümcül sonuçlar ortaya çıkarabilir.

Verilen bilgilere göre alkol tüketen insanda sinir sisteminin hangi bölümleri etkilenir?

12. İnsan kardiyak döngüsüne ait evreler görselde belirtilmiştir. Görseldeki numaraları kullanarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.



A) Yarım ay kapakçıkları hangilerinde açıktır?

B) Kanın atardamarlara pompalandığı evre hangisidir?

C) Kanın karıncıklara dolduğu evre hangisidir?

Ç) Üçlü (triküspit) ve ikili (biküspit) kapakçığın açık olduğu evre hangisidir?

D) Dinlenme evresi hangisidir?

13. Kan dolaşım sisteminde atardamar, toplardamar ve kılcal damar olmak üzere üç çeşit damar bulunur. **Bu damarları aşağıda verilen özelliklere uygun biçimde sıralayınız. Bu sıralamanın nedenini açıklayınız.**

A) Kanın akış hızı

B) Toplam yüzey alanı

C) Kan basıncı

Ç) Birim damar çapı

14. Sebzelerden, ekmekten ve yenilen gıdaların çoğundan alınmasına rağmen yemeklere ilave tuz atılması tuzun fazla tüketilmesine neden olur. Besinlerin aşırı tuzlu tüketilmesi pek çok sağlık sorunlarına neden olabilir. Fazla tuz tüketmek böbrek fonksiyonlarını bozar. Yüksek tansiyona ve tansiyona bağlı kalp ve damar hastalıklarına yol açar. Fazla tuz kalbin en büyük düşmanıdır. Kalp krizini tetikler, damarlarda tahribata neden olur.

Yukarıda verilen bilgilerden yararlanarak aşırı tuzlu yiyeceklerle beslenen bir insanda gerçekleşen aşağıdaki olayları oluşum sırasına göre sıralayınız.

I. Kanın ozmotik basıncı artar.
II. Kan hacmi artar.
III. Kan basıncı artar.
IV. Tuz ince bağırsaktan kana geçer.
V. Kan, doku hücrelerinden su alır.

15. **Bağışıklık sağlayan olaylardan bazıları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu olaydan hangilerinin doğal bağışıklık hangilerinin kazanılmış bağışıklık olduğunu tabloda işaretleyiniz.**

Bağışıklık Sağlayan Olay	Doğal Bağışıklık	Kazanılmış Bağışıklık
Gözyaşındaki lizozim enziminin mikropları öldürmesi		
Makrofajların hastalık etmenini fagositozla yok etmesi		
Virüslerin sebep olduğu hastalıkta interferon salgılanması		
Lenfositlerin mikroorganizmalara karşı etkinlik göstermesi		

16. Vücuttaki su dengesi, susama ihtiyacının oluşması sonucu su içilmesiyle ve idrarla su atılmasıyla sağlanır. Ortam sıcaklığı düşük olduğunda vücudun su ihtiyacı azalır. Günlük 1-1,5 litre su içilmesi vücut için yeterli olabilir. Ortam sıcaklığı yüksek olduğunda terlemeyle oluşacak su kaybını karşılamak için günlük su içimi 2-2,5 litreye çıkabilir. Vücuda alınan fazla su, boşaltım sistemiyle dışarı atılır. Vücuttaki su miktarı azaldığında idrar miktarı da azalır ve böylece vücuttan daha az su atılır. Bir birey susadığında vücudun suya ihtiyacı olduğu bilgisi beyne ulaşır ve o kişi su içmek ister. Vücudun su ihtiyacı ne kadarsa o kadar su içilmelidir. Günde kaybedilen su miktarı kadar su alınması gerekir. Çok az su içen insanların idrarı koyu olabilir. Çünkü vücut susuz kaldığında sinir sistemi tarafından uyarılan endokrinden salgılanan bir hormon, idrar oluşumu sırasında suyun büyük ölçüde geri emilmesini ve suyun vücutta kalmasını sağlar. Bu durumda idrar koyu renklidir. İdrarın koyu renkte olması, vücudun su ihtiyacının olduğunu gösterir. Sağlıklı bir insan günde 1-1,5 litre idrar oluşturur. Özellikle ortam sıcaklığı yüksek olduğunda terleme nedeniyle günlük su ihtiyacı 2-2,5 litreye çıkar. Susuz kalmak böbrekler için çok tehlikelidir.

Aşağıdaki soruları yukarıdaki metne göre yanıtlayınız.

A) Vücut bulunduğu ortama göre su dengesini nasıl sağlar?

B) Vücuttaki su dengesinin korunmasında hangi sistemler görevlidir?

C) Vücutta su dengesinin sağlanması niçin önemlidir?

17. Tütün mamülleri kullananlarda kanda hemoglobin değeri yüksek çıkar. Çünkü tütün dumanında karbonmonoksit (CO) bulunur. Karbonmonoksit hemoglobine bağlanarak ondan ayrılmaz ve onu işlevsiz bırakır. Bu durumda dokulara yeterince oksijen gitmez. Böbreklerden eritropoietin salgılanır. Eritropoietin hormonu sayesinde kemik iliği uyarılarak daha fazla hemoglobin ve alyuvar üretilir.

Aşağıdaki soruları parçaya göre yanıtlayınız.

A) Tütün mamulleri kullananlarda dokulara yeterince oksijen neden ulaşmaz?

B) Tütün mamulleri kullananlarda eritropoietin niçin daha fazla salgılanır?

C) Tütün mamulleri kullananlarda eritropoietin yeterince salgılanamazsa ne gibi sonuçlar ortaya çıkabilir?

18. Böbreklerin organizmadaki en önemli işlevlerinden biri de kanı süzmektir. Sağlıklı bir insanda günde ortalama 180 litre kan süzülmesine rağmen sadece 1,5 litre idrar oluşmasının temel nedeni nedir? Açıklayınız.

B) Aşağıda numaralarıyla verilen ifadeleri, harfle verilen ifadelerle eşleştiriniz. Eşleşmeyen terimin tanımını aşağıdaki boşluklara yazınız.

19.

I **Kolesistokinin**
II **İnsülin**
III **Sekretin**
IV **Gastrin**

A Pankreastan bikarbonat iyonlarının salgılanmasını uyarır.
B Pankreastan sindirim enzimleri salgılanmasını uyarır.
C Midenin salgı yapmasını uyarır.

20.

I **Omurilik**
II **Omurilik soğanı**
III **Diyafram**
IV **Alveol**

A Solunum sisteminin çalışmasını düzenleyen beyin kısmı
B Solunum gazlarının kan dolaşımına aktarıldığı akciğer kısmı
C Kasılıp gevşeyerek göğüs boşluğu hacmini değiştiren yapı

C) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

21. Beyinde bulunan zarlarla ilgili

I. Sert zar kafatası kemiğine yapışıktır.
II. İnce zarda bulunan kan damarları beyni besler.
III. Sert zar ile örümceksi zar arasında beyin omurilik sıvısı bulunur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B)Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

22. Sağ eline ait duyu nöronları tahrip olan bir bireyde

I. Sağ eline iğne batarsa acı hissetmez.
II. Sol elini istemli hareket ettiremez.
III. Sol eline iğne batarsa acı hissetmez.

olaylarından hangileri görülür?

A) Yalnız I B)Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

23. Hormonlarla ilgili

I. Bağ dokuda üretilir.
II. Hedef hücreye kanla taşınır.
III. Tüm dokularda etkilidir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B)Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

24. Sağlıklı bir insana ait sinir hücrelerinin tamamında aşağıdaki

I. Hücre büyüklüğü
II. İmpuls iletim hızı
III. Miyelin kılıf bulundurma

özelliklerden hangileri farklılık gösterir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

25. Hasan rahatsızlanıp doktora gittiğinde doktor kendisine tiroksin hormonunun kanda normal değerden yüksek olduğunu söyler.
Tiroksin hormonu kanda normal değer den yüksek olduğunda

I. Oksijen kullanımı
II. Metabolizma hızı
III. Nabız sayısı

değerlerinin hangilerinde artış gözlenir?

A) Yalnız I B)Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

26. Sinir sistemi ve endokrin sistem homeostasi sağlanmasında birlikte görev alır. Vücuttaki işlevlerin çoğu her iki sistemin geri bildirim mekanizmasıyla düzenlenir.
Vücut sıcaklığı artan bireyde

I. Metabolizma yavaşlaması
II. Derideki damarların daralması
III. Terlemenin artması

olaylarından hangileri gözlenir?

A) Yalnız II B)Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

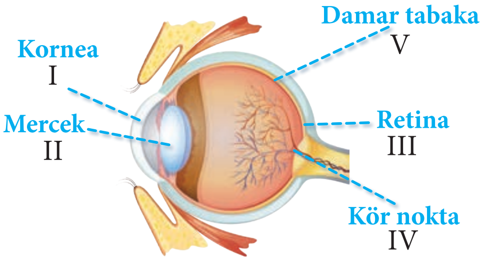
27. Kalsitonin ve parathormon antagonist çalışan iki hormondur.
Beslenmeyle vücuda fazlaca Ca^{+2} alan bireyde

I. Kanda Ca^{+2} oranının yükselmesi
II. Kalsitonin salgısının artması
III. Kandan kemiklere Ca^{+2} geçişinin artması

olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

İnsan gözüne ait yapılardan bazıları görsel üzerine işaretlenmiştir. 28, 29 ve 30. soruları aşağıda verilen göz görseline göre yanıtlayınız.



28. Gözde fotoreseptörler ve görme sinirlerinin bulunduğu bölge aşağıdakilerden hangisidir?

A) I B) II C) III D) IV E) V

29. Presbitlik rahatsızlığı gözün hangi bölümünün işlevini yerine getirememesi sonucu ortaya çıkar?

A) I B) II C) III D) IV E) V

30. Gözün beslenmesini sağlayan yapı aşağıdakilerden hangisidir?

A) I B) II C) III D) IV E) V

31. Duyu organlarının tamamında

I. Mekanik uyarıdan etkilenme
II. Reseptör bulundurma
III. Uyarıları talamustan beyin kabuğuna iletme
IV. Dış ortama açık olma

ifadelerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız II

B) Yalnız IV

C) I, II ve IV

D) II, III ve IV

E) I, II, III ve IV

32. Dişilerde LH hormonu etkisiyle

I. Yumurta ana hücresinin mayoz geçirmesi
II. Korpus luteum oluşumu
III. Yumurtanın yumurta kanalına geçişi

olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

33. Yeterince su içmeyen sağlıklı bir bireyde

I. Hipotalamustaki ozmoreseptörün uyarılması
II. Derişik idrar oluşması
III. ADH salgısı artması
IV. Kan ozmotik basıncının artması

olaylarının gerçekleşme sırası aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) I – III – IV – II B) I – IV –III – II

C) IV – I – III – II D) IV – III – I – II

E) III – I – II – IV

34. Diyabet rahatsızlığıyla ilgili

I. İdrarda glikoz bulunabilir.
II. Çevresel ya da genetik kaynaklı oluşabilir.
III. Hücrelerinde yeterince glikoz bulunur.

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

35. İnsanın sindirim kanalında bulunan

I. Pepsin
II. HCl
III. Tripsin

moleküllerinden hangileri inaktif enzimleri aktifleştirir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

36. Çizgili kasların kasılıp gevşemesi sırasında gerçekleşen olaylardan bazıları aşağıda verilmiştir.

I. Akson ucundan sinaps boşluğuna asetilkolin salgılanması
II. Sitoplazmadaki Ca^{+2} iyonlarının sarkoplazmik retikuluma geçişi
III. Aktin filamentlerin hareket etmesi

Bu olaylardan hangileri gerçekleşirken ATP harcanır?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

37. Kemiklerin kırılganlığı ileriki yaşlarda artar. **Kemik kırılganlığının artmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Periostun incelmesi
B) Kemikteki inorganik madde oranının artması
C) Kemik doku organik maddesinin artması
D) Kemikte elastik lif artışı
E) Kemik iliği faaliyetinin artması

38. Çizgili kasla ilgili

I. Aktin ve miyozin miyofilamentlerine sahiptir.
II. Midenin yapısında bulunur.
III. Eklemlerin hareketini sağlar.

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

39. Ezgi'ye rahatsızlığından dolayı uzun süreli antibiyotik tedavisi uygulanmıştır. **Antibiyotik kullanımı sonucu hangi vitaminin sindirim kanalında emilimi aksar?**

A) A B) B C) C D) D E) E

40. Kan dolaşım sisteminde

I. Hormon
II. Üre
III. Sindirim enzimi

ifadelerinden hangileri taşınır?

A) Yalnız I B)Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

41. Kanın yoğunluğunun ve pH'ının damar boyunca değişime uğradığı damar hangisidir?

A) Akciğer kılcal damarı
B) Karaciğer atardamarı
C) Böbrek toplardamarı
D) Beyin atardamarı
E) Mide toplardamarı

42. Bacak bölgesindeki lenf damarıyla bacak toplardamarında

I. Madde alışverişi gerçekleşmesi
II. Tek yönlü akışı için kapakçık bulunması
III. Kalbin sağ karıncığına bağlanması

ifadelerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

43. Akciğer kılcal damarında ilerlemekte olan kanda

I. Kan protein ozmotik basıncı
II. Kan basıncı
III. Kan pH'ı

özelliklerinden hangileri değişime uğrar?

A) Yalnız II B)Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

44. İnsan kan dolaşımına ait damarlardan kan basıncının en yüksek olduğu damar hangisidir?

A) Aort

B) Akciğer atardamarı

C) Karaciğer toplardamarı

D) Akciğer toplardamarı

E) Böbrek toplardamarı

45. Soluk alıp verme kaburgalar arası kasların ve diyaframın kasılıp gevşemesiyle gerçekleşir. **Diyaframla ilgili**

I. Kanda pH düşünce diyaframın çalışması hızlanır.
II. Diyaframın çalışması omurilikten çıkan sinirlerle denetlenir.
III. Diyaframın kasılıp gevşemesiyle göğüs boşluğunun hacmi değişir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B)Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

46. Elif, İzmir'de yaşamaktadır. Erzurum'da yaşayan dedesini ziyaret etmek için gittiğinde

I. Soluk alış hızı
II. Kandaki CO_2 miktarı
III. Alyuvar sayısı

ifadelerinden hangilerinde artış olur?

A) Yalnız I B)Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

47. Erkek üreme sisteminde yer alan aşağıdaki yapıların hangisinde sperm hücreleri bir süre depolanabilir?

A) Testis B) Epididimis C) Üretra

D) Seminifer tüpçükler E) Prostat

48. Spor yapmaya başlayan bir bireyde

I. Solunum
II. Kas
III. Dolaşım

sistemlerinin çalışma hızında ilk artış gösteren sistem ile en son artış gösteren sistemi eşleştiren yanıt hangisidir?

	İlk artış	Son artış
A)	II	I
B)	II	III
C)	I	II
D)	III	I
E)	III	II

49. Böbrekte idrar oluşumuna

I. Ortam sıcaklığının düşmesi
II. Heyecanlanma
III. Kan basıncının artması
IV. Kanda ADH azalması

faktörlerinden hangileri artan yönde etki yapar?

A) I ve II B) II ve III C) I, II ve III

D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

50. Sağlıklı bir bireyde glomerulustan Bowman kapsülüne geçen süzüntü içinde

I. Fibrinojen
II. Üre
III. Hemoglobin

moleküllerinden hangileri bulunmaz?

A) Yalnız I B)Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

Değerlendirme

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap veririken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÜNİTE 2

KOMÜNİTE VE POPÜLASYON EKOLOJİSİ

- Komünite Ekolojisi
- Popülasyon Ekolojisi

1. BÖLÜM

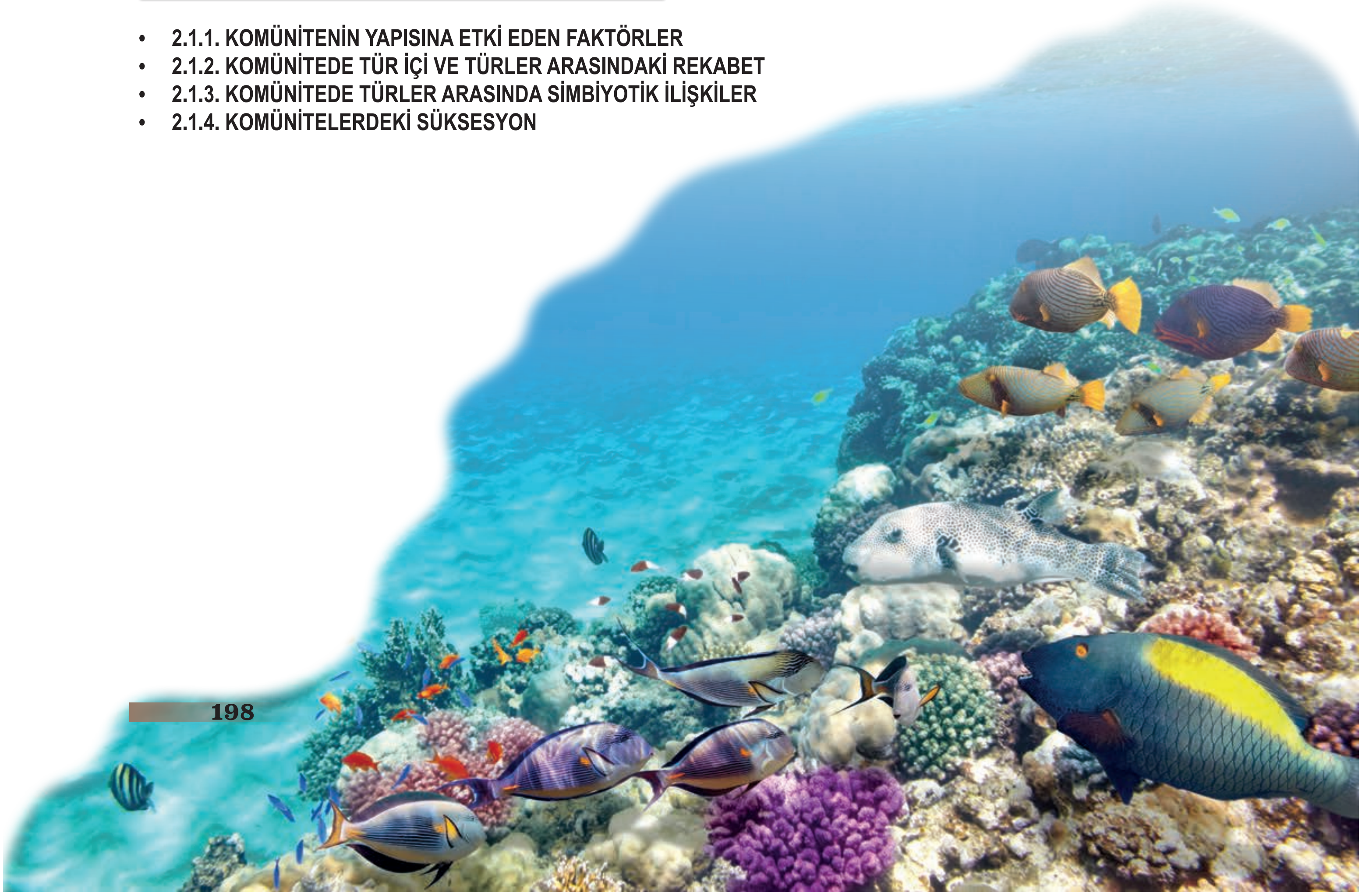
KOMÜNİTE EKOLOJİSİ

ANAHTAR KAVRAMLAR

- Biyolojik çeşitlilik
- Ekosistem
- Komünite
- Rekabet
- Simbiyotik ilişki
- Süksesyon

İÇERİK

- 2.1.1. KOMÜNİTENİN YAPISINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER
- 2.1.2. KOMÜNİTEDE TÜR İÇİ VE TÜRLER ARASINDAKİ REKABET
- 2.1.3. KOMÜNİTEDE TÜRLER ARASINDA SİMBİYOTİK İLİŞKİLER
- 2.1.4. KOMÜNİTELERDEKİ SÜKSESYON



KURTLAR EKOSİSTEMİ NASIL DEĞİŞTİRDİ?

ABD'nin Wyoming (*Vayoming*) eyaleti sınırları içindeki Yellowstone Ulusal Parkı'nda yaşayan kurtlar geyik, antilop, bizon ve yaban koyunlarıyla beslenir. 1926'da avcılık sonucu kurtlar park komünitesinden silindi. 1935'e gelindiğinde avlama ve kapanla yakalamayla ABD'de Alaska dışındaki kurtlar ortadan kaldırıldı. Kurt neslinin yok olmasına neden olan bu durum karşısında kurtlar, koruma altındaki türler listesine alındı.

Kurtların besin kaynağı olan geyikler aşırı üremeye başladı. Park yönetimi tarafından 1920'de Kanada geyiklerinin yıllık sayım çalışmaları başlatıldı. Geyik miktarının parkın taşıma kapasitesini aşmasını önlemek için park idaresi tarafından geyik sürüsündeki bazı bireyler 1968'de öldürüldü. Halkın baskısı sonucu öldürme işlemi durduruldu. Geyiklerin sayısı hızla arttı. Kavak ağacıyla ve söğütle beslenen geyikler, bu ağaçların dolayısıyla parkın bitki örtüsünün neredeyse yok olmasına sebep oldu. Söğütlerle beslenen diğer bir canlı olan kunduzlar da bölgeyi terk etti.

Kurt popülasyonunun toparlanmasını hızlandırmak isteyen koruma ekologları, 70 yıl sonra Yellowstone Ulusal Parkı'na bir düzineye yakın kurt bıraktı. 1995'te kurtların dâhil olmasıyla parkta değişiklikler gözlendi. Kurtlar geyiklerle beslendiği için geyiklerin sayısı azaldı. Kurtların gelmesi geyiklerde davranış değişikliklerine neden oldu. Geyikler kolayca avlanabilecekleri vadi ve boğazlardan uzak durmaya başladı. Kurtların olduğu bölgeye yaklaşamadıkları için de o bölgede kavak ağaçları büyüdü ve ağaçların sayısı arttı. Ağaçların sayısının artması ve ormanlık alanların yeniden oluşması sonucu kuş türlerinin sayısı arttı. Söğütler de dere kenarında yeniden büyümeye başladı. Kunduzların tekrar bölgeye gelmesiyle ördekler, su samurları, balıklar ve amfibiler için yeni yaşam alanları oluşmaya başladı. Kurtların çakalları öldürmesiyle tavşan ve farelerin sayısı arttı. Tavşan ve farelerle beslenen diğer canlıların sayısında da artış oldu. Karga ve akbabalar leşler için bölgeye geldi. Bitki örtüsü geliştikçe erozyon hızı azaldı ve nehirler daha az menderes yaptı. Su kanalları genişledi ve daha çok havuz oluştu. Kurtların gelmesiyle yeniden canlanan park ve bitki örtüsü nehir kıyılarını sağlamlaştırdı.

Kurtlar, geyikleri avlayarak geyiklerin sayılarının azalmasına neden olsalar da hükmettikleri bölgede birçok canlının yaşamasına, bölgede canlı çeşitliliğinin oluşmasına ve çevrenin fiziksel değişimine katkı sağladı.

Komisyon tarafından derlenmiştir.

HAZIRLAN YORUM

1. Kurtlar ekosistem dengesinin oluşmasında nasıl bir etkiye sahiptir?
2. Bazı canlıların sayısının çok fazla artışı aynı ekosistemde yaşadıkları diğer canlıları nasıl etkileyebilir?
3. Ekosistem dengesinin bozulması ne tür sorunlara yol açabilir?

2.1.1. KOMÜNİTENİN YAPISINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Belirli bir bölgedeki canlıların ve cansız ortamın oluşturduğu biyolojik yapıya **ekosistem** denir. Yeryüzünde yaşayan canlıların tümü birbiriyle ve bulunduğu cansız çevreyle sürekli etkileşim içindedir. Ekosistem bir orman olabileceği gibi çayırlar, çöller ve resifler gibi çok çeşitli coğrafik bölgeler de olabilir. Belirli çevresel koşullara sahip ortamda birbiriyle etkileşim içindeki farklı türlerin oluşturduğu biyolojik birime **komünite** denir. Komüniteler kendilerinden daha büyük olan ekosistemlerin canlı bölümünü oluşturur.

Antalya Körfezi'nde yayılış gösteren barbunya, orfoz, lüfer gibi balıklar ile midye, ahtapot gibi canlılar birlikte komüniteyi oluşturur. Toros Dağları'ndaki orman komüniteleri, insan sindirim sistemindeki mikroorganizmalar da komüniteye örnektir. Belirli bir alandaki komüniteler birbiriyle komşu olabilir, kesişebilir ya da birbirini kapsayabilir. Komüniteyi oluşturan canlılar arasında rekabet, beslenme ilişkileri (trofik yapı), simbiyotik ilişki gibi etkileşimler söz konusudur. Komünitelerin yapısını içerdiği tür çeşitliliği, komüniteyi oluşturan canlıların beslenme ilişkileri ve simbiyotik etkileşimler belirler. Komüniteyi oluşturan farklı türlerin zenginliğine **tür çeşitliliği** denir. Tür çeşitliliği ve bu türlerin sahip olduğu gen çeşitliliği biyolojik çeşitlilik olarak adlandırılır. Komünitedeki tür çeşitliliğini sıcaklık, ışık, nem gibi çeşitli faktörler ile rekabet, av-avcı ilişkisi gibi canlı etkileşimleri etkiler.

Organizmanın ya da popülasyonun doğal olarak yaşadığı, ürediği ve yerleştiği alana **habitat** denir. Habitat bir türün adresidir. Bunun yanında genel olarak komünitelerin yeryüzündeki dağılımı karasal ve sucul ekosistemler olarak incelenir. Karasal ekosistemlerde küresel iklim modellerinden dolayı enleme bağlı dağılış görülür. Dünya'nın yapısından ve uzaydaki hareketinden dolayı güneşten gelen ışınlar enlemlere göre farklılık gösterir. Bundan dolayı karasal ekosistemlerde enlemlere bağlı olarak komünitelerdeki tür çeşitliliği de farklıdır. Ekvatordan kutuplara gidildikçe değişen enlemlerde güneş ışınlarının yeryüzüne geliş açısı değişir. Bunun sonucu olarak farklı enlemlerde iklimde, sıcaklıkta, gece ve gündüz zaman farklılığında değişiklikler söz konusudur. Ekvator kuşağındaki ormanlarda tür çeşitliliği fazlayken kutuplara gidildikçe tür çeşitliliği azalır. Karasal ekosistemlerin yapısını ve dağılımını, iklim ve yaşam alanlarının bozunumu etkiler. Sucul ekosistemler tatlı su ve deniz ekosistemlerini içerir. Sucul ekosistemlerde tür çeşitliliğini suyun derinliği ve temizliği etkiler. Sucul ekosistemlerde birinci trofik düzeyi oluşturan üreticilerin güneş ışığına ihtiyaçları vardır. Güneş ışınlarının kolay ulaşabildiği yerlerde tür çeşitliliği de fazladır. Güneş ışınlarının suda ulaşabildiği bölgelere enerji taşıması sucul ekosistemdeki canlılar için uygun sıcaklık değerleri bakımından da önemlidir. Uygun sıcaklık değerleri, uygun derinlikleri ve sucul üreticiler olan alglerin bolluğu bakımından resifler (Görsel 2.1.1) canlı çeşitliliği bakımından neredeyse karasal tropikal ormanlar kadar canlı türü içerir. Sulardaki kirlilik tür çeşitliliğini olumsuz etkiler (Görsel 2.1.2).

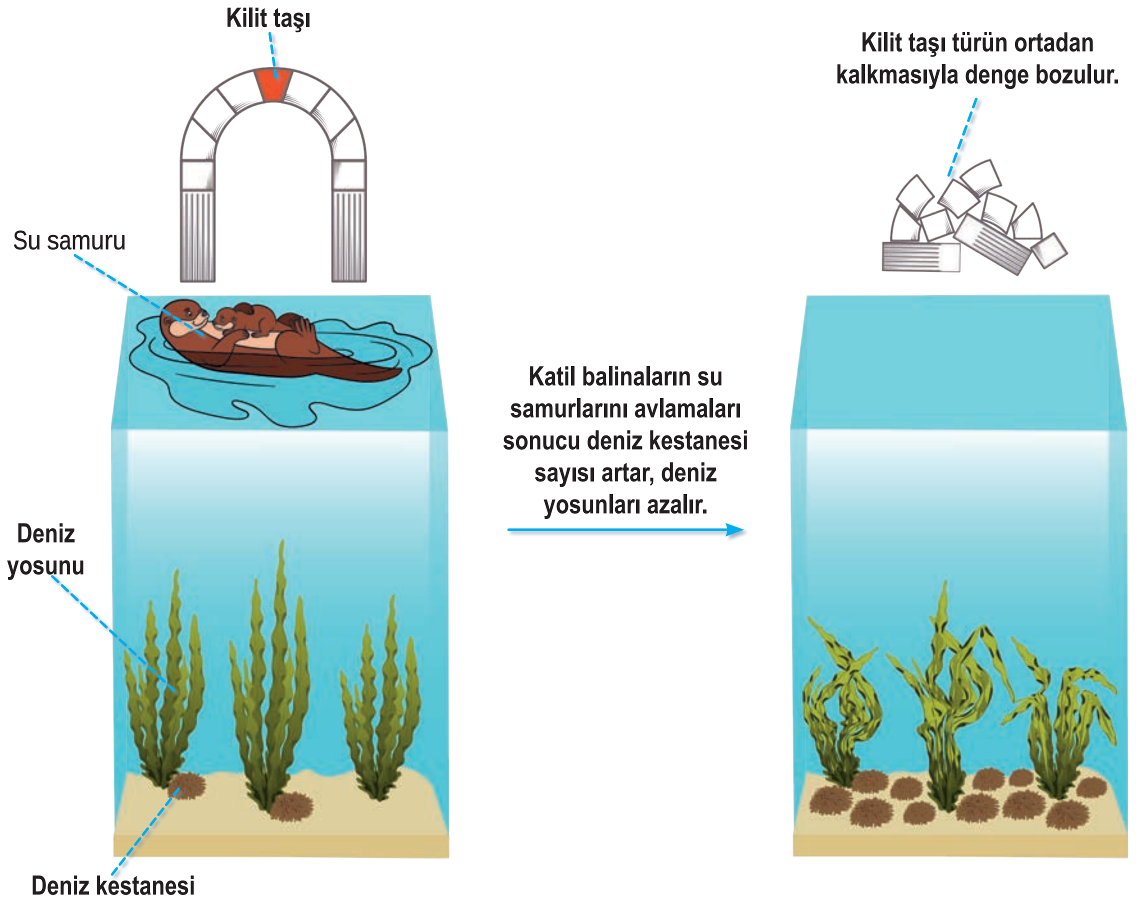
Görsel 2.1.1: Kızıldeniz'de mercan resifi

Görsel 2.1.2: Su kirliliği

Ekolojik toleransı düşük olması nedeniyle çevresel değişimlerden en kolay etkilenen türlere **gösterge tür** denir. Alabalıklar soğuk ve bol oksijenli suları tercih eder. Dolayısıyla alabalıklar oksijence zengin suların gösterge türüdür. Deniz eriştesi bitkisi ve *Cystoseira* (*sistoseyra*) cinsi algler temiz suları tercih ettikleri için temiz suların gösterge türleridir.

Komünitedeki tür çeşitliliği içerdiği türlerin zenginliğiyle ve her bir türün komünitedeki temsil ettiği tüm bireylerin oranıyla ölçülebilir. Çeşitli hesaplama yöntemlerine göre tür çeşitliliğini ölçmek, komünite yapısını anlamak ve çeşitliliği korumak için önemlidir. Komünitede en bol bulunan ya da toplamda en yüksek biyokütleye sahip türe **baskın (dominant) tür** denir. Baskın türler komünitedeki su ve mineral gibi sınırlı kaynakları kullanmada diğer türlere göre daha üstündür. Bir başka görüşe göre baskın türler avlanmaya ya da hastalıklara karşı diğer türlere göre daha başarılıdır. Avlanma, yaşam alanlarının bozulması gibi nedenlerle baskın türün komüniteden uzaklaşmasıyla başka bir tür baskın hâle gelebilir. Eski baskın türün yok olması ona bağımlı türlerin de sayısının azalmasına ya da yok olmasına neden olur.

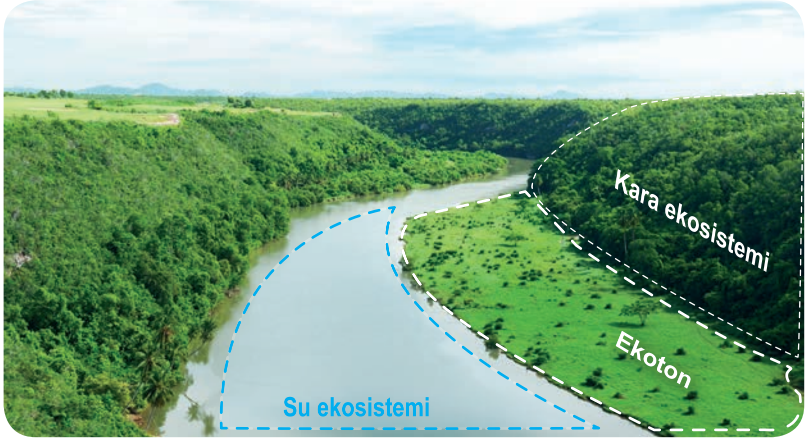
Komünitelerin yapısını kuvvetli bir şekilde kontrol eden türe **kilit taşı tür** denir. Kilit taşı türler, baskın türler gibi sayıca çok olmasalar da ekolojik rolleri bakımından komünitelerin devamlılığını sağlar. Kilit taşı türlerin yok olması komünite yapısının bozulmasına ve ekosistemin işlevini yitirmesine yol açar. ABD'de Yellowstone Ulusal Parkı'ndaki kurtlar kilit taşı türlere örnektir. Kuzey Pasifik kıyı ekosisteminin kilit taşı türü su samurlarıdır. Komüniteyi oluşturan canlılar besin ağıyla birbirine bağlıdır. Su samurları deniz kestaneleriyle, deniz kestaneleri de deniz yosunlarıyla beslenir. Su samurlarının az bulunduğu alanlarda deniz kestaneleri, su samurlarının çok bulunduğu alanlarda deniz yosunları iyi gelişir. Katil balinaların su samurlarıyla beslenmeye başlamaları deniz kestanelerinin sayıca artmasına neden olmuş ve komünitedeki yapı değişerek denge ortadan kalkmıştır (Görsel 2.1.3).


Kilit taşı
Su samuru
Deniz yosunu
Deniz kestanesi
Katil balinaların su samurlarını avlamaları sonucu deniz kestanesi sayısı artar, deniz yosunları azalır.
Kilit taşı türün ortadan kalkmasıyla denge bozulur.

Görsel 2.1.3: Kilit taşı tür

Bir bölgeye değişik yollarla gelip yerleşen, doğal düşmanlarının olmadığı bu ortamda hızla üreyen türler komünitenin yapısını bozabilir. Böyle türlere **istilacı türler** denir. Tür çeşitliliği fazla olan komüniteler istilacı türlere karşı daha dirençlidir. Doğal topluluklar içine giren levrek ve sazan balığı türleri, bulundukları suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimine ve su kirliliğine karşı dayanıklı olduklarından istilacı türler olarak kabul edilir. Türkiye'nin kuzeydoğu kıyılarında yaşayan ve Kızıldeniz'den gelen iki barbun balığı türü, Akdeniz'in yerli barbun balığı türüne baskı yapar. Bu baskı sonucu yerli barbun türünde azalma olur.

Karasal ekosistemler genellikle keskin bir sınırla ayrılmadan birbiri içine girecek şekilde geçiş oluşturur. Bu geçiş bölgelerine **ekoton** denir. Ekotonda her iki komüniteye ait türler bulunur. Bu nedenle ekotonlar az sayıda canlı içermelerine rağmen tür çeşidi bakımından zengindir. Karasal ortam ile göl suyu arasındaki bataklık bölge, mağaraların ağzı, ormanlar ile otluklar arasındaki geçiş bölgeleri ekotona örnektir (Görsel 2.1.4).



Görsel 2.1.4: Ekoton

Komüniteyi canlılar arasındaki trofik yapı ayırt eder. Bir komünitede üreticiler, tüketici canlıların enerji ihtiyacını karşılayacak besini sentezler. Bundan sonraki trofik düzeylerde birbiriyle beslenen canlılar bir besin ağı oluşturur. Böylelikle her trofik düzeyden bir sonraki trofik düzeye enerji ve madde aktarımı söz konusu olur. Bunun yanında komüniteyi oluşturan türler arasında rekabet, avlanma, parazitizm, amensalizm, mutualizm ve kommensalizm adı verilen etkileşimler söz konusudur. Tablo 2.1.1'de iki canlı türünün bu etkileşimlerden etkilenme durumları sembolize edilmiştir.

Tablo 2.1.1: Komünitedeki Türler Arasındaki İlişkiler

İlişki	Basit Gösterimi	Etkisi
Rekabet	— , —	Her iki tür de zarar görür.
Avlanma	+ , —	İki türden biri yarar görürken diğeri zarar görür.
Parazitizm	+ , —	Organizma bir konak üzerinden beslenir.
Amensalizm	0 , —	İki türden biri etkilenmezken diğeri zarar görür.
Mutualizm	+ , +	İki tür de yarar görür.
Kommensalizm	+ , 0	İki türden biri yarar görürken diğeri etkilenmez.

Canlının yarar gördüğü durumlar "+", zarar gördüğü durumlar "-", etkilenmediği durumlar "0" (nötr) olarak gösterilmiştir.

2.1.2. KOMÜNİTEDE TÜR İÇİ VE TÜRLER ARASINDAKİ REKABET

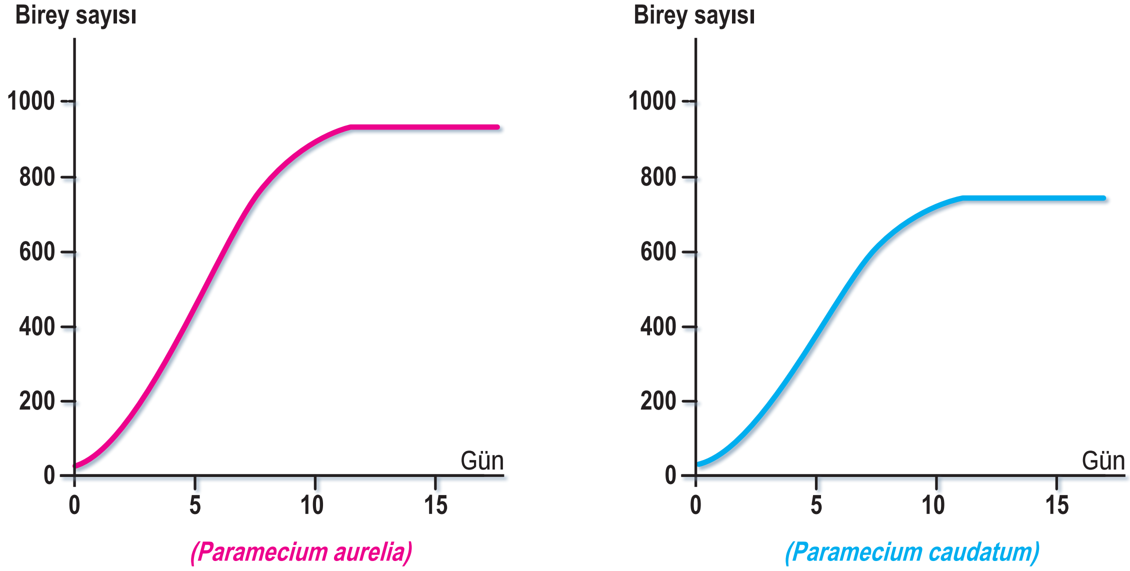
Belirli bir yaşam kaynağı için aynı türden bireyler ya da farklı popülasyonlar kendi aralarında rekabet hâlindedir. Genellikle gelişmeleri ya da hayatta kalmaları için sınırlı olan kaynaklar, komünitedeki canlı topluluklarını rekabete iter. Örneğin bahçedeki ayrık otları topraktaki mineral ve su için hem birbiriyle hem de bahçedeki diğer bitkilerle rekabet içindedir. Rekabette iki taraf da zarar görür. Ancak görülen zarar derecesi farklı olabilir. Rekabet sonucu taraflardan biri yok olabilir.

Bir türün bireyleri arasındaki rekabet **tür içi rekabet** olarak adlandırılır. Türün bireyleri besin, ışık, yuva bulma ve saklanma gibi kaynaklar için rekabet eder. Tür içi rekabet popülasyon yoğunluğunu etkiler. Aynı türe ait bireylerin yoğunluğunun artması, tür içi rekabetin artmasına neden olur. Rekabet sonucu popülasyondaki birey başına düşen kaynak alımı, hastalıklara ve avcılara karşı dayanıklılık, büyüme ve gelişme oranları azalır.

Aynı türün bireyleri, ortak özelliklere sahip olduğundan ve benzer kaynakları kullandığından çevre koşullarına karşı benzer tepkiyi verir. Tür içi genetik çeşitlilik, bireylerin rekabet ortamında güçlü veya zayıf olarak yarışmasına ve farklılıkların oluşmasına neden olur. Örneğin uzun boylu mısırlar, aynı türün kısa boylu olanlarını gölgede bırakarak onları baskılar. Güçlü genç fideler, bodur ve yaşlı olanları gölgeleyerek yeterli ışık almalarını engeller.

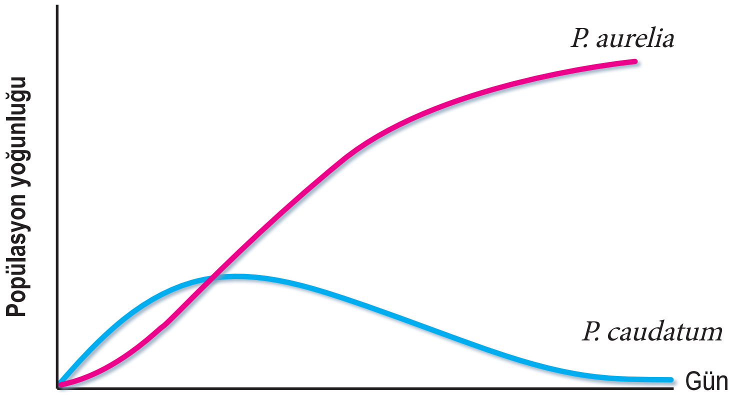
İki veya daha fazla türün bireylerinin sınırlı olan aynı kaynağı kullanmaları sonucu gelişen rekabete **türler arası rekabet** denir. Türler arası rekabet, o komünitenin yapısı ve dinamiği üzerinde etkilidir. Tür içi ve türler arası rekabette canlının sınırlı kaynaklara erişiminin engellenmesi ve kaynak paylaşımı şeklinde iki ana mekanizma görülür.

1934 yılında Rus ekolog Gause (*Gaus*) iki protist türü arasındaki rekabeti deneylerle izlemiş ve sonuçlarını yayınlamıştır. Rus ekolog *Paramecium aurelia* (*Paramesyum aurelya*) ve *Paramecium caudatum* (*Paramesyum kaudatum*) türlerini sabit koşullarda bir miktar besinle her gün besleyerek yetiştirmiştir. Her iki paramesyum popülasyonu da taşıma kapasitesine ulaşınca Grafik 2.1.1'deki gibi bir lojistik büyüme eğrisi elde edilmiştir.



Grafik 2.1.1: *P. aurelia* ve *P. caudatum*'un ayrı ortamlarda büyüme eğrileri

Her iki tür birlikte aynı ortamda yetiştirildiğinde *P. aurelia* türü besin elde etme bakımından diğer türe üstünlük sağlamış ve *P. caudatum* türü yok olmuştur (Grafik 2.1.2). Türler arasında herhangi bir saldırı ya da zararlı kimyasal madde salgılanmadığı hâlde bir türün diğerine göre ortamdaki sınırlı besin maddelerini daha etkin kullanması diğer türün birey sayısının azalmasına neden olmuştur. Küçük bir üreme avantajı bile diğer rakibin yok olmasına neden olabilir. Buna **rekabette elenme** (dışlanma) denir.



Grafik 2.1.2: *P. aurelia* ve *P. caudatum*'un bir arada yetişmesi durumu

Aynı tip habitatlarda bulunan ve aynı tip besinlerle beslenen çöl karıncası ve bal küpü karıncası arasında da engelleme tipi rekabet görülür. Çöl karıncası, bal küpü karınca yuvalarının girişini küçük taşlarla kapatarak onların besinlere ulaşmasını engeller.

Türler arasında rekabetten kaynaklanan baskılar, rekabet eden türlerin kaynakları kullanım biçimini değiştirebilir. Bunu anlamak için ekolojik niş kavramını bilmek gerekir. **Ekolojik niş**; canlının büyümesi, üremesi ve yaşamını sürdürebilmesi için kurduğu ilişkiler ve ekolojik işlevdir. Canlının çevresindeki biyotik ve abiyotik kaynakları nasıl kullanıp ekosisteme nasıl uyum sağladığını belirtmek için ekolojik niş kavramı kullanılır. Genellikle nişleri aynı olan iki tür bir komünitede bulunmaz. Ancak ekolojik nişlerinde zaman içinde değişiklikler ortaya çıkarsa aynı komünite içinde yer alabilir. Aynı kaynakları kullanan iki türden birinin doğal seçilim yoluyla kaynak kullanım biçimini değiştirmesi **kaynak paylaşımı** olarak adlandırılır. Aynı habitatta aynı besin kaynaklarını kullanan iki fare türü olan Kahire dikenli faresi [(*Acomys cahirinus*), (*Akomis kahrinus*)] ve altın dikenli fare [(*Acomys russatus*), (*Akomis rusatus*)] Ortadoğu'da ve Afrika'da kayalık alanlarda yaşar. Birlikte yaşadıkları dönemde Kahire dikenli faresi gece aktifken altın dikenli fare gün boyu aktiftir. Aslında altın dikenli fare de gece aktif olacakken diğer fare türüyle aynı ortamda yaşayabilmek için biyolojik saatini değiştirmiştir.

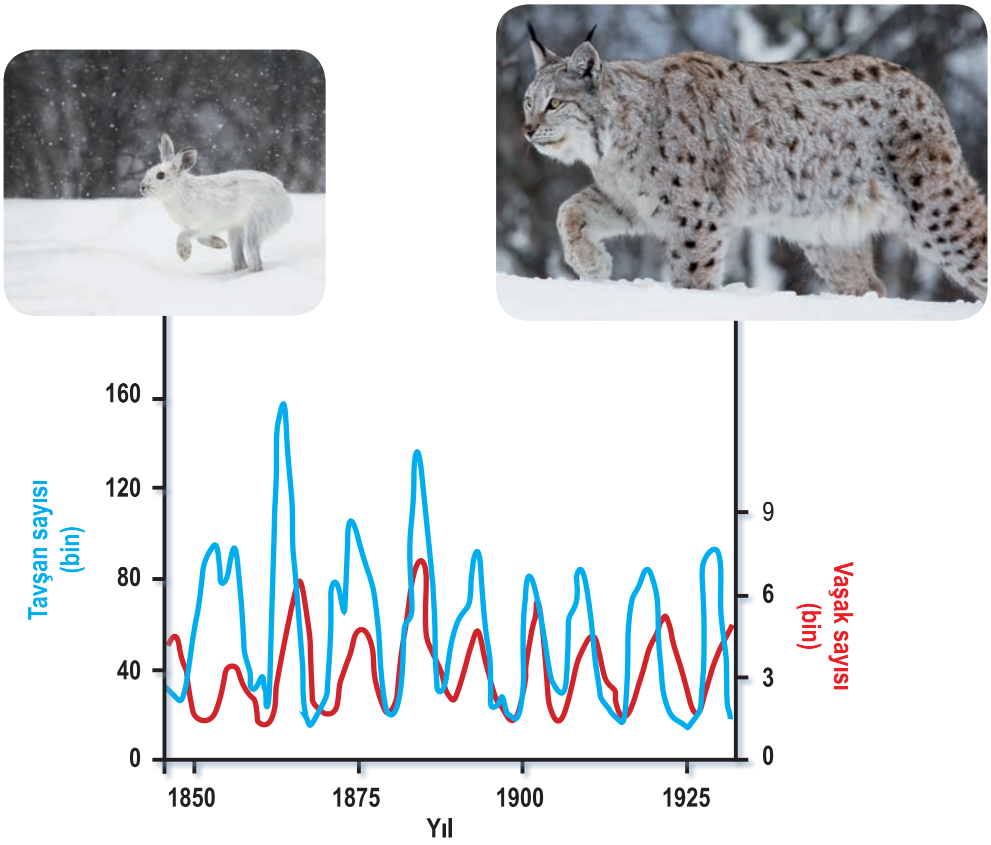
Kaynak paylaşımı, türlerin bir arada yaşamasına izin verse de ekolojik nişin değişmesi canlılarda davranış ve morfolojik değişimlere yol açar. Buna **karakter kayması** adı verilir. Galapagos takımadalarındaki ispinoz kuşları kaktüs nektarlarıyla beslenir (Görsel 2.1.5). Kaktüs çiçeklerinin tek tozlaştırıcısı ispinoz kuşlarıdır. Bazı adalarda ispinoz kuşları kaktüs nektarı için marangoz arısıyla rekabet hâlindedir. İspinoz kuşları, rekabette olmadıkları adalarda daha küçük kanat açıklığına sahipken rekabette oldukları adalarda daha büyük kanat açıklığına sahiptir. İspinozların arılarla girdiği besin rekabeti morfolojilerinin değişmesine yol açmıştır.

Görsel 2.1.5: Kaktüs nektarıyla beslenen ispinoz

AV-AVCI İLİŞKİSİ

Besin olarak serbest bir biçimde diğer canlıları yakalayıp yiyen hayvanlara **avcı** (predatör) denir. Bir besin ağında av-avcı ilişkisi sık rastlanan ilişkilerdendir .

Av ile avcı arasındaki bu ilişki tipik bir "+, –" ilişkisidir. Avcı yarar görürken av zarar görür. Av ve avcı sayısı değişkendir. Genel olarak av olan canlı sayısı, avcı sayısından fazladır. Avcı popülasyonunun büyüklüğü, avı tarafından belirlenebilir. Bir komünitede av olan canlıların biyokütlesi ne kadar fazla ise avcı olan canlıların besini de o kadar fazladır. Av miktarının artması avcı sayısını artırır. Avcı sayısının artması ise bir süre sonra av olan canlıların azalmasına neden olur. Av miktarının azalmasından ise avcılar olumsuz etkilenir. Besin azlığında avcıların sayısı azalır. Dolayısıyla av olan canlıların düşmanları azalmış olur. Av-avcı ilişkisiyle ilgili grafiklerde birbirini izleyen inişler ve çıkışlar gözlenir. Grafik 2.1.3'te vaşak ile kar tavşanının yıllara göre sayısal değişimi verilmiştir.

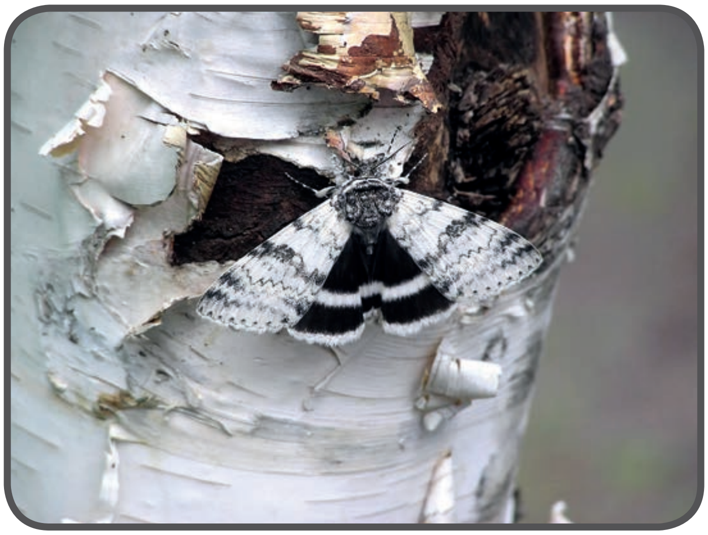


Grafik 2.1.3: Vaşak ve kar tavşanı sayılarındaki yıllara bağlı değişim

ARAŞTIRIYORUM

Canlılar arasındaki rekabet ve av-avcı ilişkisine örnekler araştırarak bu canlılarla ilgili video, kısa film, belgesel gibi çalışmalar hazırlayıp sınıf ortamında paylaşınız.

Avcıların çoğu avını bulabilmek için keskin duyulara, avını kontrol edebilmek için pençe, diş, iğne, zehir gibi adaptasyonlara sahiptir. Oldukça çevik olan avcılar çevreye iyi gizlenir. Avlar ise saklanma, uçma, sürü ya da grup oluşturma gibi davranışlara sahiptir. Avlanmaktan kurtulmak için çeşitli morfolojik ve fizyolojik adaptasyonlar geliştirir. Örneğin balon balıkları etobur balıklardan kurtulmak için bol miktarda su alarak vücut dikenlerini dik konuma getirir. Çeşitli kimyasallar salgılamak, bulunduğu ortama kamufle olmak, parlak renklere sahip olmak ya da zehirli türleri taklit etmek, av olan türlerin kendini savunma yöntemlerindendir. Güve, huş ağacının gövdesinde kendisini kamufle eder (Görsel 2.1.6). Zehirli ok kurbağası sahip olduğu zehir sayesinde düşmanlarına karşı kendini savunur (Görsel 2.1.7). Av ya da avcı konumundaki bazı türlerin diğer türlere benzerlik göstererek onların sahip olduğu avantajlar sayesinde korunma ya da avlanmalarına **mimikri** denir.



Görsel 2.1.6: Huş ağacının gövdesindeki güve

Görsel 2.1.7: Zehirli ok kurbağası

2.1.3. KOMÜNİTEDE TÜRLER ARASINDA SİMBİYOTİK İLİŞKİLER

Enerji, komünitelere üreticilerle girer. Üreticiler, inorganik maddelerden organik madde sentezleyerek komünitedeki besin ve enerji akışının ilk basamağını oluşturur. Her bir trofik düzeyde canlılar birbiriyle beslenecek bir ağ oluşturarak üreticilerden gelen bu enerjiyi bir sonraki trofik düzeye aktarır. Tüketiciler organik besinleri dışarıdan hazır alan canlılardır. Tüketicilerin bazıları besinlerini büyük parçalar şeklinde alıp sindirim kanalında parçalar. Buna **holozoik beslenme** denir. Holozoik beslenen canlılar tercih ettikleri besinlere göre otçul (herbivor), etçil (karnivor) ve karışık (omnivor) beslenenler şeklinde sınıflandırılır. Bazı tüketiciler ise organik atıkları, ölü bitki ve hayvan kalıntılarını parçalayarak beslenir. Bu tür tüketicilere **ayrıştırıcılar** denir.

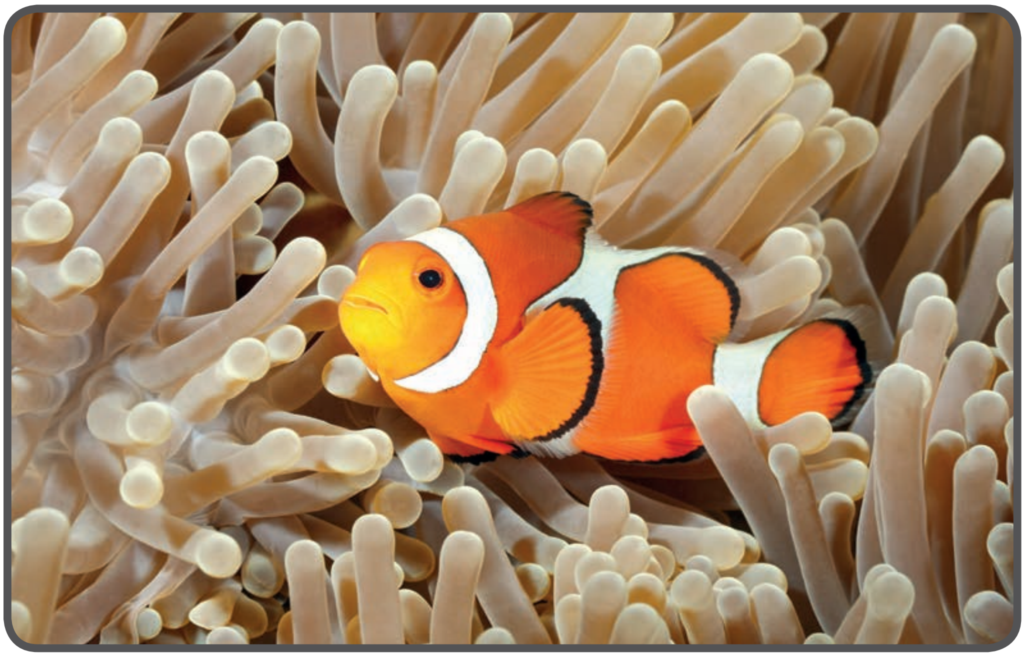
Komünitedeki türler arasında beslenme ilişkileri yanında ekolojik nişlerini yerine getirebilmek için çeşitli birlikte yaşam ilişkileri de görülür. Türler arasındaki bu yararlı, zararlı ya da nötr ilişkiler bütünü **simbiyotik ilişkiler** olarak adlandırılır. Simbiyotik ilişkiler amensalizm, mutualizm, kommensalizm ve parazitizmdir.

AMENSALİZM

İki türden birinin etkilenmediği, diğer türün zarar gördüğü “**0**, **–**” şeklinde ifade edilen etkileşimdir. Amensalizm genellikle rastgele ortaya çıkar. Mandalar otlamak için gezindikleri sırada attıkları adımlarla bitki ve böcekleri ezebilir. Mandalar bu durumdan etkilenmezken bitki ve böcekler zarar görür. Bir ormanda uzun boylu ağaçların altındaki bazı bitkiler gölgede kalarak yeterli ışık alamaz. Uzun boylu ağaçlar bu durumdan etkilenmezken daha kısa boylu bitkiler yeterince güneş ışığından faydalanamazlar. Bu nedenle ormanlarda zemin örtüsü olarak yalnızca düşük ışık gereksinimi olan gölgeye toleranslı bitkiler hayatta kalabilir.

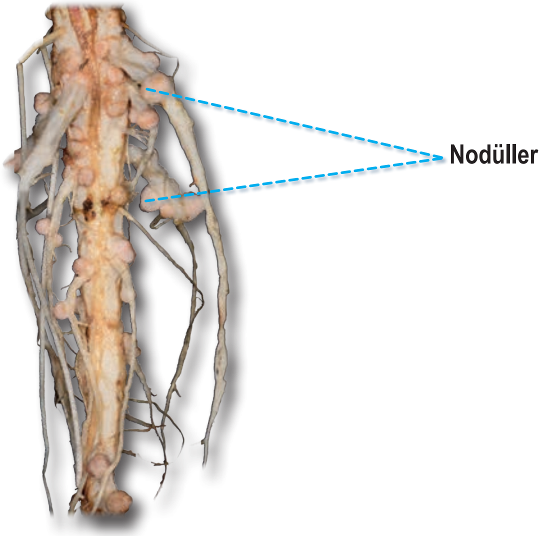
MUTUALİZM

Her iki türün de yarar sağladığı, “**+**, **+**” şeklinde ifade edilen ilişki türüdür. Değişik canlı grupları arasında görülen mutualist ilişkide canlılar birbirinin ihtiyacını karşılayarak yaşamaya devam eder. Bir deniz mercanı olan anemon, yakıcı tentakülleriyle derisi mukusla kaplı palyaço balığını düşmanlarından korur. Palyaço balığı da anemonla beslenen balıkları anemondan uzak tutar (Görsel 2.1.8).



Görsel 2.1.8: Mercanlar arasındaki palyaço balığı

Baklagillerin köklerindeki nodüllerde yaşayan *Rhizobium* (*rizobiyum*) cinsi bakteri, havanın azotunu bağlayarak bitkiye geçmesini sağlar (Görsel 2.1.9). Bakteri de baklagiller sayesinde beslenir.



Görsel 2.1.9: Baklagillerin köklerindeki *Rhizobium* nodülleri

Otçul memelilerin sindirim sisteminde yaşayan selüloz sindiren bakteriler, selüloz sindirimiyle açığa çıkan glikozun bir kısmını kendisi kullanır. Diğer kısmını da birlikte yaşadığı otçul memeli kullanır. Otçul memeli ise bu canlıya besin ve barınma ortamı sağlar. İnsanın kalın bağırsağında yaşayan B ve K vitamini üreten bakteriler ile insan arasında mutualist ilişki vardır. İnsan bağırsak florasını oluşturan mutualist mikroorganizmaların B ve K vitaminlerinin üretilmesi, bağışıklık sisteminin gelişmesi, sindirim faaliyetlerinin kolaylaştırılması ve zararlı bakterilerin üremesinin engellenmesi gibi görevleri vardır. İnsanlar da bu bakterilere besin ve barınma ortamı sağlar.

Bazı mutualist ilişkilerde iki canlının birlikte olması canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için zorunludur. Bu tür birliktelikte canlılardan en az biri diğeri olmadan yaşayamaz. Termitler ve onların sindirim sisteminde yaşayan mikroorganizmalar arasındaki ilişki zorunlu (sıkı) mutualizme örnektir. Liken birlikteliğini oluşturan alg ve mantarlar da zorunlu mutualist canlılardır (Görsel 2.1.10).

Görsel 2.1.10: Ağaç üzerinde likenler

Bazı mutualist birlikteliklerde canlılar, zorunlu bir ilişki içinde bulunmadıklarından birbirinden ayrılsalar bile yaşamlarını sürdürebilir. Timsah ve timsahın ağzındaki atıklarla beslenen kuşlar arasında isteğe bağlı (gevşek) mutualizm söz konusudur.

KOMMENSALİZM

Birlikte yaşayan iki türden birinin yarar sağlarken diğer türün bu ilişkiden olumlu ya da olumsuz etkilenmediği ilişki türüdür. Türler arasındaki herhangi bir yakın ilişkide çok az bile olsa iki tür de etkilenebileceğinden doğadaki kommensal ilişkileri kanıtlamak zordur. Midye kabuklarına tutunarak yaşayan *Bryozoa* (*Biryozoa*), midyenin sağladığı su akıntısıyla gelen besinlerle beslenir. Midyeye herhangi bir yarar ya da zarar vermez. Sucul kaplumbağaların kabukları üzerinde yaşayan algler üzerinde yaşadıkları konakla hareket eder ve korunur. Vantuzlu Remora balıkları, köpek balığına tutunarak ona zarar vermeden yaşar. Balık, köpek balığının hareketiyle yer değiştirir ve onun yiyecek artıklarından beslenir (Görsel 2.1.11).

Görsel 2.1.11: Köpek balığı ve Remora balıkları arasında kommensal ilişki

Kommensal ilişkiler bazen rastlantısal olarak ortaya çıkabilir. Örneğin bizon, sığır, at gibi otçul hayvanlar beslenirken ortaya çıkan böcekler sığır balıkçılları gibi kuşların besini olur (Görsel 2.1.12). Bu kuşlar, bu ilişkiden açık olarak yarar sağlarken otçul hayvanlar genel olarak bu ilişkiden etkilenmeyebilir.

Görsel 2.1.12: Afrika mandası ile kommensal ilişki kuran sığır balıkçılı

PARAZİTLİK

İki organizmadan birinin yarar diğerinin zarar gördüğü etkileşimlerden biri de parazitliktir, “+, –” olarak ifade edilir. Parazitlikte bir organizma diğerine bağlı yaşar. Üzerinde yaşadığı canlıdan beslenen ve ona zarar veren canlıya **parazit**, zarar gören canlıya **konak** denir. Parazitler, genellikle konağa göre daha küçük vücut yapısına sahiptir. Parazitlerin birçoğu, üzerinde yaşadıkları konağın hastalanmasına neden olurken bazıları, konağın yaşamını yitirmesine neden olabilir. Parazitlerin bakteri, virüs, protista veya mantar gibi tek hücreli mikroorganizmalarının yanı sıra çok hücreli bitkisel ve hayvansal türleri de vardır.

Bitkisel parazitler, kökü andıran emeçleri sayesinde başka bir bitki üzerinden ihtiyaç duyduğu besinleri alan bitkilerdir. Yarı parazit ve tam parazit bitkiler olmak üzere iki grupta incelenir.

Yarı parazit bitkiler, emeçlerini üzerinde yaşadığı bitkinin odun borusuna kadar uzatarak su ve mineralleri alır. İhtiyaç duyduğu besini fotosentez yaparak kendileri üretir. Ökse otu yarı parazit bitkilere örnektir (Görsel 2.1.13).

Görsel 2.1.13: Ağaç dalları üzerinde yarı parazit ökse otu

Tam parazit bitkiler, kloroplastları olmadığından fotosentez yapamaz. Emeçleriyle konak bitkinin odun borusundan su ve mineral ihtiyacını, soymuk borusundan ise organik besin ihtiyacını karşılar. Canavar otu ve küsküt otu tam parazit bitkilere örnektir (Görsel 2.1.14).

Kapari bitkisi üzerinden beslenen canavar otu

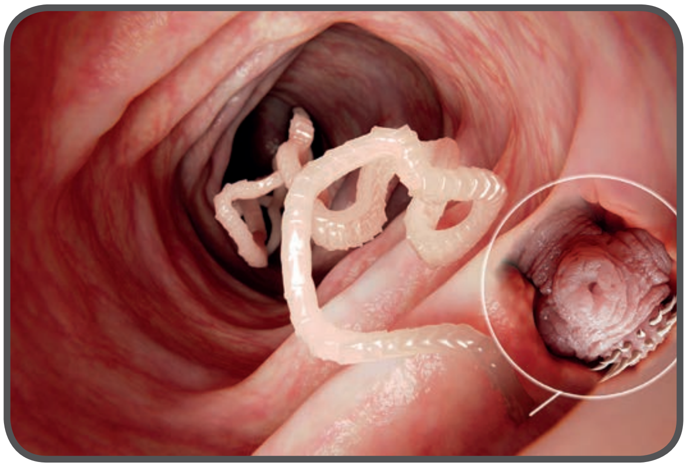
Katırtırnağı üzerinden beslenen küsküt otu

Görsel 2.1.14: Tam parazit bitki örnekleri

Hayvansal parazitlerin duyu ve tutunma organları iyi gelişmiştir. Ancak genellikle sindirim enzimleri ve sindirim sistemleri iyi gelişmediğinden konağa bağımlı yaşar. Konağın sindirim kanalındaki sindirilmiş besinleri emer.

Hayvansal parazitlerden konağın vücudu içinde yaşayanlara iç parazit (endoparazit), konağın üzerinden beslenenlere dış parazit (ektoparazit) adı verilir.

İç parazitler, sindirim sistemleri gelişmediğinden konağın sindirim ürünleriyle beslenir. Bağırsak solucanı, kıl kurdu, tenya (Görsel 2.1.15), karaciğer kelebeği iç parazitlerdir.

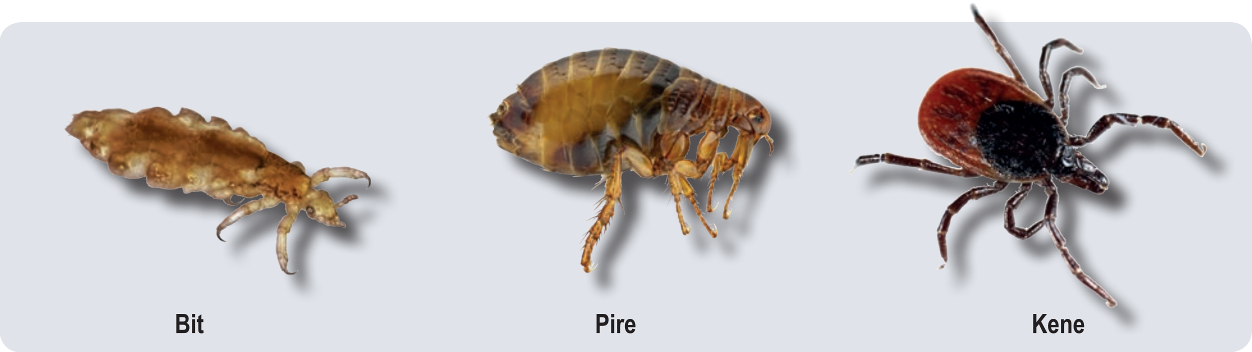


Görsel 2.1.15: İnce bağırsakta tenya

Bu parazitler konağın sindirim kanalında, iç organlarında, kanda veya dokular arasında yaşar. İç parazitlerin üreme sistemleri ve tutunma organları iyi gelişmiştir. Hareket ve duyu organları, sinir sistemleri ve sindirim enzimleri tam gelişmemiştir. İç parazitler konak olarak insan vücudunda besinlere ortak olmanın yanı sıra birçok hastalık etkenini de vücuda taşıyarak hastalıklara ve ölüme sebep olabilir. Bağırsak parazitleri türüne ve yerleştiği organa göre geceleri anüste kaşıntı, kansızlık, beslenme bozukluğu, kusma ve ishal, karın ağrısı, uyurken ağızdan normal miktardan fazla salya gelmesi gibi belirtiler ortaya çıkarabilir. Bu parazitler ağız yoluyla, böceklerin ısırmasıyla ya da parazit bulaşmış olan etlerin yenilmesiyle vücuda alınabilir.

Bir hücreli parazitlerden plazmodyum, anofel cinsi dişi sivrisinekle insanlara bulaşır. İnsan kanına geçtikten sonra karaciğer ve dalakta gelişir. Kana geçerek alyuvarlarda hızla sporlar çoğalır. Sporlar alyuvarları patlatarak sıtma nöbetlerine neden olur.

Dış parazitler (ektoparazitler), konağın üzerine kısa ya da uzun süre tutunup kan emerek beslenen sindirim sistemi gelişmiş canlılardır. Genellikle hareket organları da gelişmiş olan bu canlılar, konak üzerinde aktif olarak yer değiştirebilir. Bit, pire, kene gibi eklembacaklılar dış parazitlere örnektir (Görsel 2.1.16).



Görsel 2.1.16: Dış parazit canlılar

2.1.4. KOMÜNİTELERDEKİ SÜKSESYON

Ekosistemlerde toprak, coğrafik yapı ve diğer değişkenler bir bölgede pek çok farklı komüniteler oluşturabilir. Abiyotik faktörlerden sıcaklık, ışık, yağış miktarı ve toprak yapısındaki değişiklikler komüniteye yeni canlıların girmesine ya da komüniteden ayrılmasına neden olabilir. Komünitenin kararlı ve dengeli bir evreye geçmesine **klimaks komünite** adı verilir.

Fırtına, yangın, kuraklık, aşırı otlama ve insan faaliyetleri doğadaki bozunum unsurlarıdır. Doğa yapısında meydana gelen bir bozunum komünitedeki tür çeşitliliğini ve komünitenin yapısını etkiler. Bozunmalar sonucunda komünite kararsız (dengesiz) bir komünite hâlini alır. Bozunmanın tipine, sıklığına ve komünite üzerindeki etkisine bağlı olarak komünite zamanla yeniden kararlı bir komüniteye (klimaks) doğru değişim gösterir. Bozulmuş alanlarda uzun zaman içinde türlerin aşamalı olarak birbirinin yerini almalarına **süksesyon** (sıralı değişim) denir. Değişim sırasında komünitedeki tür çeşitliliği, yoğunluğu ve baskın tür farklılaşır. Henüz üzerinde yaşamın bulunmadığı alanlarda, volkanik adalar ya da buzul taşların üzerinde toprak oluşumuyla başlayan sıralı değişim **birincil süksesyon** olarak adlandırılır. Ancak karasal ekosistemlerde komünitelerin yapısını değiştiren buzul hareketleri, yanardağ faaliyetleri, kasırga, sel, kuraklık, yoğun ağaç kesimi, aşırı otlatma ve yangınlar sonucunda da var olan komünite değişime uğrayabilir. Toprağın sağlam kaldığı bu sıralı değişime **ikincil süksesyon** denir. Belirli bir yerde bitki süksesyonundan sonra o bölgeye farklı hayvansal gruplar yerleşir.

Denizli'nin Buldan ilçesi batı dağlık bölümündeki (Görsel 2.1.17) bitki örtüsü incelenerek 1000-1100 m. yükseltiler arasında insandan, hayvandan ya da başka etkilerden kaynaklı bozunmuş alanda ikincil süksesyon gözlenmiştir.

Bozunmadan itibaren klimaks komüniteye ulaşılıncaya kadar geçen sürecin çeşitli evrelerinde farklı meşe türlerinin ortama hâkim olduğu tespit edilmiştir. Bu alana zaman içinde karaçam ve kızılçam yerleştirilmiştir. Süksesyonun daha ileri aşamasında karaçam alana hâkim olmuş ve bir ışık ağacı olan kızılçamın gelişmesini engellemiştir. Karaçamın ortama hâkim olduğu bu devrede meşe ve ladin ağaçları da bulunmaktadır. Bitki tür çeşitliliğinin süksesyonun ilk devresinden itibaren karaçam hâkim olana kadar zaman içinde arttığı sonrasındaysa azaldığı tespit edilmiştir. Süksesyonun ileri safhalarında kaçınılmaz olarak bir veya birkaç tür alana hâkim olmuştur. Bu hâkimiyet diğer birçok türün ortamdan uzaklaşmasında etken kabul edilmektedir. Süksesyonun tamamlanıp bölgedeki canlı türlerinin sabit bir duruma gelmesi için uzun bir zamana ihtiyaç vardır. İnsanlar, üzerinde yaşadığı topraklara, vatanına karşı sorumludur. Bu sorumluluğun başında doğayı insan bozunumuna karşı korumak gelir. Bu sorumluluk, vatan sevgisinin de bir göstergesidir.

Görsel 2.1.17: Bozunma sonrası Sazak Dağı'ndaki süksesyon

1. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki açık uçlu soruların yanıtını boş bırakılan alana yazınız.

1. Afrika'daki filler uzun boylu ağaçların genç filizleriyle beslenir. Bu ağaçların büyümeleri filler tarafından doğal olarak kontrol altındadır. Fillerin avlanması sonucu sayılarının azalması durumunda bu ağaçlar gelişerek yaşam alanlarını genişletir. Fillerin ortadan kalkması durumunda bitkiler kontrol altına alınmazsa ağaçların sayısı artar. Boyları uzayan ve geniş yapraklara sahip olan bu ağaçlar daha küçük olan kısa ağaçların ve çalı formlarının yeterli ışık almasını engeller. Yeterli ışık olmazsa kısa boylu bitkiler büyüyemez. Zamanla habitatın yapısı değişir. Çayırların yok olması diğer otçulların ve onlarla beslenen avcıların da sayılarının azalmasına neden olur.

Yukarıda Afrika savanasında meydana gelen tipik bir olay anlatılmıştır. Bu olaydan yola çıkarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

A) Anlatılan ekosistemin kilit taşı türü hangi canlıdır? Bu canlının ekosistemdeki rolü nedir?

....

B) Fillerin çeşitli ağaç türlerine ait filizleri yemesi komüniteye ne tür avantaj sağlar?

....

B) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

2. Ekoton bölgeleri için

I. Tür içi ve türler arası rekabet fazladır.
II. Türlerin birey sayısı fazladır.
III. Tür çeşitliliği fazladır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

3. Komünitenin içerdiği tür sayısı komünitenin tür zenginliği olarak ifade edilir. Türlerin komünitede bulunma oranı farklıdır.

Komünitelerle ilgili

I. Popülasyon çeşitliliği komünitenin tür zenginliğini de artırır.
II. Tür zenginliği fazla olan tüm komünitelerde birey sayısı da kesinlikle fazladır.
III. Farklı komünitelerde aynı türler farklı oranda bulunabilir.

ifadelerden hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

4. Aşağıda canlılar arasında birlikte yaşam örnekleri verilmiştir.

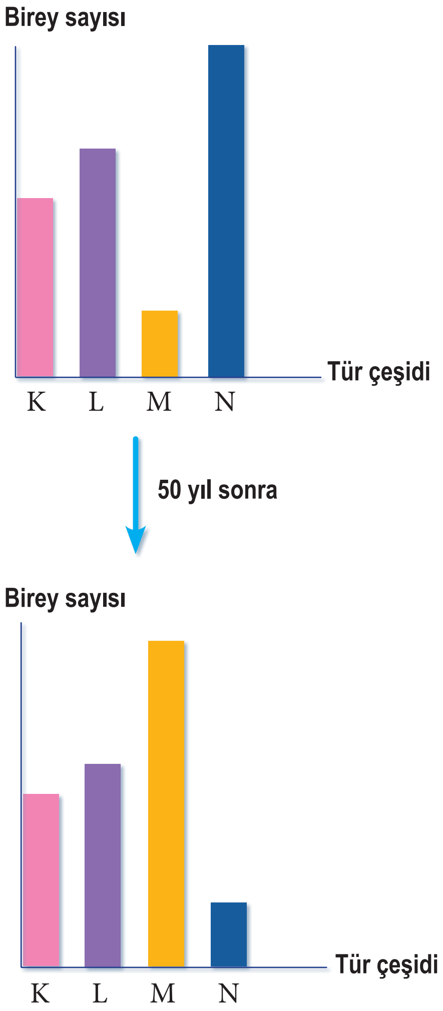
- İnsanların ağız boşluğunda yaşayan bir amip türü ağızdaki bakteri, gıda partikülleri ve ölü epitel hücreleriyle beslenir. Konağa herhangi bir zararı olmayan bu amip ağız boşluğu dışında yaşayamaz.

- İnci balığı denizhıyarlarının sindirim sisteminin son bölümüne girerek yerleşir. Geceleri besin için buradan dışarı çıkar ve tekrar geri döner. İnci balıkları bazen denizhıyarının dokularıyla da beslenir. Ancak denizhıyarı kendini yenileme yeteneğine sahip olduğundan bu durumdan hiçbir zaman etkilenmez.

Verilen örnekler ne tür bir simbiyotik ilişkiyi temsil eder?

A) Kommensalizm
B) Parazitizm
C) Mutualizm
D)Tam parazitlik
E) Amensalizm

Aynı ekosistemde yaşayan K, L, M ve N türlerinin 50 yıl önceki birey sayılarıyla günümüzdeki birey sayıları aşağıdaki grafiklerde verilmiştir. 5, 6 ve 7. soruları verilen grafiklere göre yanıtlayınız.



5. Buna göre hangi iki canlının 50 yıllık süreç içinde birey sayısında belirgin bir değişim göze çarpar?

A) K ve L
B) L ve M
C) M ve N
D) K ve N
E) L ve N

6. Günümüzde bu ekosistemdeki baskın tür hangisidir?

A) K
B) L
C) M
D) N
E) M ve N

7. Bu ekosistemin yapısındaki değişiklikle ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

A) K türünün yoğunluğu süreçte değişmemiştir.

B) Ekosistemdeki yapı kararlı bir yapıya doğru değişim göstermektedir.

C) N türünün sayısındaki azalma M türünün sayısının artmasına yol açmış olabilir.

D) İnsan faaliyetleri bu değişimde rol oynamış olabilir.

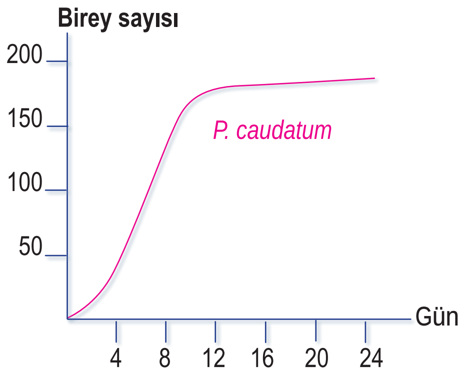
E) K ve L türlerinin, M ya da N türlerinden biriyle bir rekabeti söz konusu olabilir.

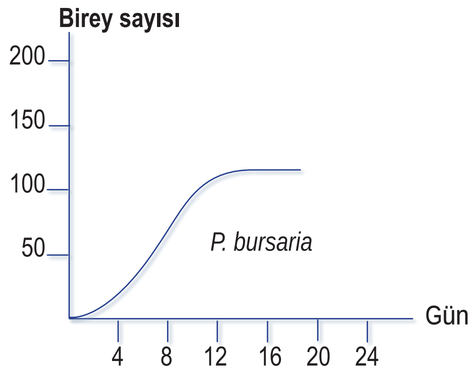
8.
- Sülük
- Bit
- Karaciğer kelebeği
- Pire
- Tenya
- Kene
- Kıl kurdu

Yukarıda verilen parazitlerden kaç tanesinin sindirim sistemi iyi gelişmiştir?

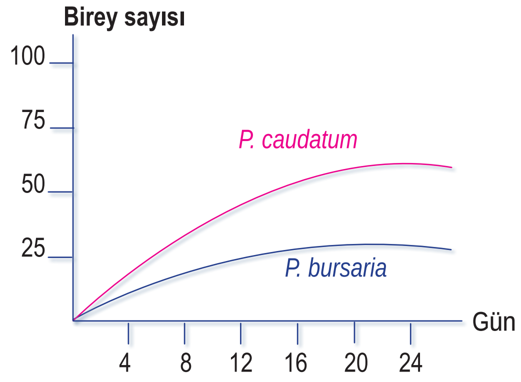
A) 2
B) 3
C) 4
D) 5
E) 6

9. İki ayrı paramesyum türü olan *P. caudatum* ve *P. bursaria*'nın laboratuvarda aynı koşullar altında ayrı ayrı üremeye bırakıldığında zamana bağlı olarak gösterdikleri sayısal değişimler aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir.





İki tür aynı besi ortamına konulduğunda sayılarındaki değişim ise aşağıdaki şekilde gerçekleşmiştir.



Bu iki paramesyum türüyle ilgili

I. *P. bursaria* tek başına iken *P. caudatum* ile birlikte olduğundan daha hızlı çoğalır.

II. İki paramesyum aynı ortamda bulunduklarında besin rekabetini *P. caudatum* kazanır.

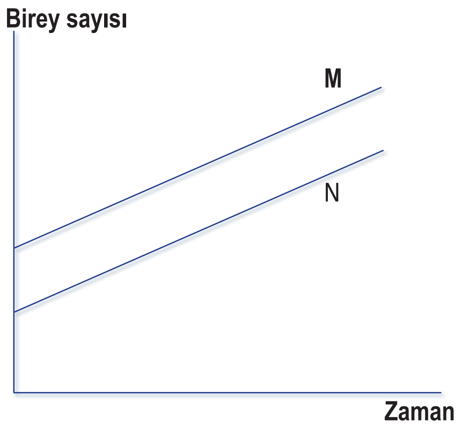
III. İki paramesyum türü farklı nişlere sahiptir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

10. M ve N canlı türleri aynı ortamda bulunduğunda birey sayılarının zamana bağlı değişimi grafikte gösterilmiştir.



Buna göre

I. N canlısının azalması M canlısının sayısını değiştirmez.

II. M canlısı N canlısıyla beslenmektedir.

III. M ve N canlıları arasında mutualist ilişki olabilir.

yorumlarından hangileri yapılamaz?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

2. BÖLÜM

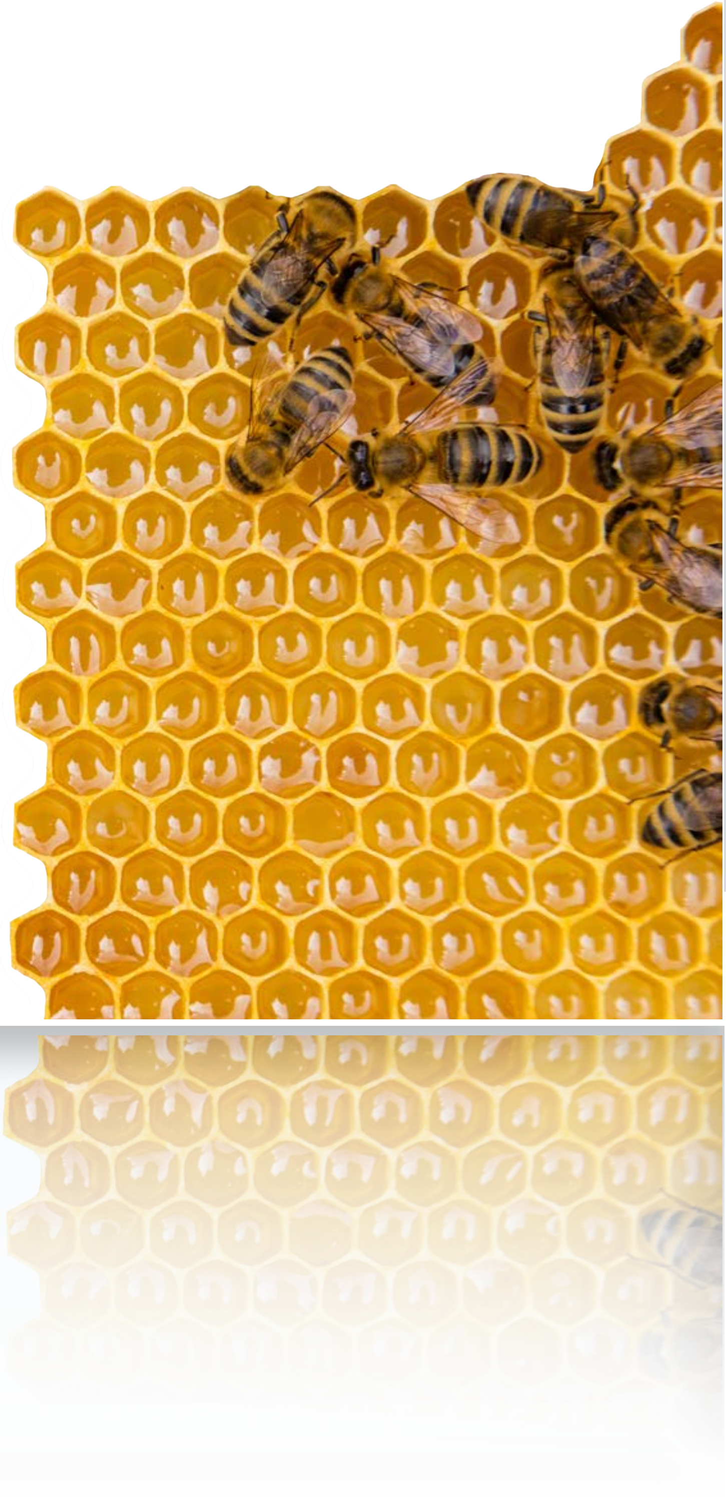
POPÜLASYON EKOLOJİSİ

ANAHTAR KAVRAMLAR

- Popülasyon dinamiği
- Taşıma kapasitesi
- Yaş piramidi

İÇERİK

- 2.2.1. POPÜLASYONUN YAPISI VE DİNAMİKLERİ



DOĞADA İŞ BİRLİĞİ

Hayvanların bazıları örneğin tilkiler, tek başlarına avlanır. Kurtlar ise toplu hâlde avlanan canlılardır. Hayvanların diğer bir bölümü örneğin deniz kuşları yalnızca çiftleşme mevsiminde bir araya gelerek kalabalık sürüler oluşturur. Bazı hayvanlar da özellikle kuşlar, kelebekler, ren geyikleri, yılan balıkları ve yengeçler hep birlikte uzun göç yolculuğuna çıkar. Bunların yanı sıra bütün yıl boyunca sürüler hâlinde yaşayan, birlikte yiyecek arayan, birlikte yuva yapan ve yavru bakımını birlikte yapan pek çok hayvan vardır.

Kuşların ve memelilerin toplu ya da yalnız yaşamaları dikkat çekicidir. Örneğin kuşlar bağımsız bir habitat seçer ve burayı kendi türünden olan canlılara ve başka hayvanlara karşı savunur. Yavrularının bu güvenli bölgede saldırganlardan korunmasını ve beslenmesini sağlamış olur. Kazlar sürü hâlinde yiyecek ararken içlerinden bir kaçını yaklaşan tehlikeyi haber vermesi için nöbetçi diker. Yaban kazları da uzun göç yollarında V harfi biçiminde uçar. Böylece birbirinin kanat çırpışıyla hava akımı oluşturarak enerjilerini daha verimli kullanır.

Bir kolonide ya da büyük bir sürüde toplu olarak yaşayan hayvanların dayanışma ve yardımlaşma şansı vardır. Güçlerini birleştiren hayvanlar, tehlikeli bir düşmanın saldırısıyla daha kolay başa çıkabilir. Ayrıca bir güçlükle karşılaştıklarında ne yapmaları gerektiğine karar veren bir önderleri de olur.

Karıncalar, her bireyin belli bir görevi üstlendiği ortak yuvalarında düzenli ve örgütlenmiş bir yaşam sürer. Karıncaların kraliçeleri ve işçileri vardır. Sadece işçiler sindirilebilir türden besin üretebildiği için yuvanın diğer bireyleri günlük yiyeceklerini işçilerden bekler. İşçiler, besini midelerinde taşıyarak yuvaya su getirebilme yeteneklerine sahiptir. Karıncalar, tek başlarına taşıyamayacakları büyük besin parçalarını yardımlaşarak birlikte taşır.

Dağ sincapları arasında ilginç bir fedakârlık örneği gözlenir. Avcı yaklaştığında içlerinden biri ses çıkararak avcının dikkatini kendi üzerine çeker. Avcı ses çıkaran sincabı avlar ancak diğer sincaplar kaçar ve kurtulur. Dağ sincabının bu davranışı popülasyondaki diğer bireyler adına yapılan bir fedakârlık örneğidir.

Komisyon tarafından derlenmiştir.

HAZIRLANIYORUM

1. Canlıların birlikte yaşamalarının sağladığı yararlar nelerdir?
2. Aynı ortamda bir arada yaşayan aynı türe ait canlılar birbiriyle nasıl etkileşim içindedirler?
3. İnsan türü de birlikte yaşayan canlılardandır. Ailenizde ve okulunuzda gözlemlediğiniz fedakârlıklara örnekler verebilir misiniz?

2.2.1. POPÜLASYONUN YAPISI VE DİNAMİKLERİ

Belirli bir zamanda belirli bir habitatı paylaşan karşılıklı ilişkiler içindeki aynı türe ait bireylerin oluşturduğu topluluğa **popülasyon** denir (Görsel 2.2.1). Popülasyon ekolojisi, ekolojik nişleri aynı olan canlıların zamana bağlı sayısal değişikliklerini ve bu değişikliklerin nedenlerini inceler. Canlıların biyotik ve abiyotik faktörlerden nasıl etkilendiklerini araştırır. Popülasyonun bireyleri aynı çevresel kaynaklara ihtiyaç duyduklarından çevredeki değişiklikler popülasyonun bireylerini etkiler. Popülasyondaki bireyler bu kaynaklar için birbirleriyle rekabet hâlindedir.

Konya Kulu Düden Gölü'ndeki flamingolar

Konya Bozdağ'daki Anadolu yaban koyunları

Görsel 2.2.1: Popülasyon örnekleri

Popülasyonların büyüklüğü sabit değildir. Sahip olduğu birey sayısı ve biyokütlesi zaman içinde değişim gösterir. Popülasyonda zaman içindeki değişimler üzerine etkili faktörler **popülasyon dinamiği** olarak adlandırılır. Popülasyonun yoğunluğu, bireylerin dağılımı, popülasyonun büyüklüğü ve yaş dağılımı popülasyon dinamiğinin konusudur.

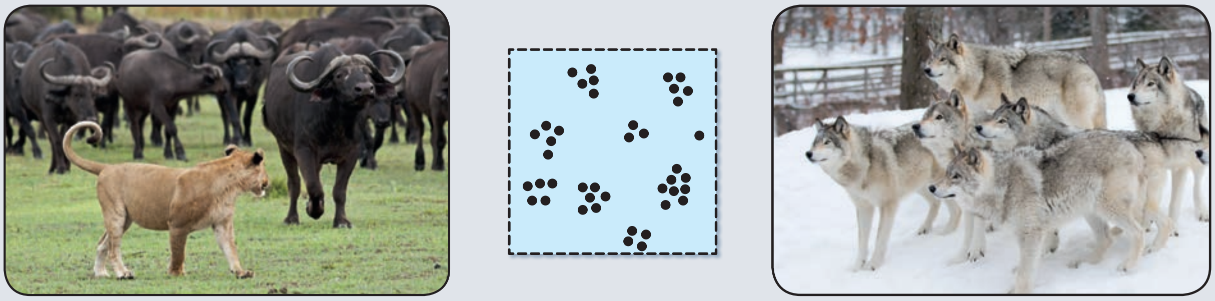
POPÜLASYONUN YOĞUNLUĞU

Belli bir alandaki ya da hacimdeki birey sayısı popülasyon yoğunluğunu belirtir. Ekologlar doğrudan sayma, işaretleme, dolaylı sayım gibi yöntemleri kullanarak popülasyon yoğunluğunu hesaplar. Popülasyona yeni bireylerin eklenmesi ya da bireylerin ayrılmasıyla popülasyon yoğunluğu değişir. Doğum ve içe göçler popülasyon yoğunluğunu artırırken ölüm ve dışa göçler popülasyon yoğunluğunu azaltır. Kentleşme ve doğal yaşam alanlarının tahribatı da popülasyon yoğunluğunun azalmasına neden olur. Popülasyon yoğunluğu artarsa besin bulmakta güçlükler ortaya çıkar ve rekabet gözlenir.

POPÜLASYONUN DAĞILIMI

Popülasyonu oluşturan bireyler yaşam alanlarında değişik modellerde dağılım gösterir. Dağılımın popülasyon artışı üzerine etkileri vardır. Popülasyonun büyüklüğünü tahmin edebilmek için dağılım modellerinin bilinmesi gerekir. Sıcaklık, nem, rüzgâr gibi çevresel faktörler dağılım modellerinin oluşmasında etkilidir. Popülasyonların dağılımı kümeli dağılım, düzenli dağılım ve rastgele dağılım olmak üzere üç tiptir.

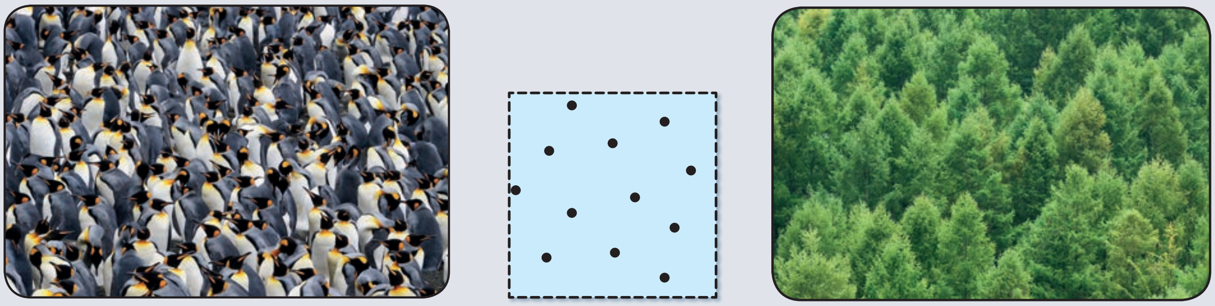
Kümeli dağılım: Bireylerin belli alanlarda toplandığı dağılım şeklidir. Gruplar arası uzaklık ve grupların içerdiği birey sayıları farklılık gösterir. En yaygın dağılım modelidir. Popülasyondaki bireyler beslenmek ya da avcılardan korunmak gibi nedenlerle gruplar oluşturabilir. Mantarlar besinin bol olduğu yerde kümeleşir. Kurtlar daha kolay avlanmak için gruplaşır. Afrika mandaları, kuşlar ve küçük balıklar savunma amacıyla grup oluşturur (Görsel 2.2.2).


Afrika mandaları

Kurtlar

Görsel 2.2.2: Kümeli dağılım örnekleri

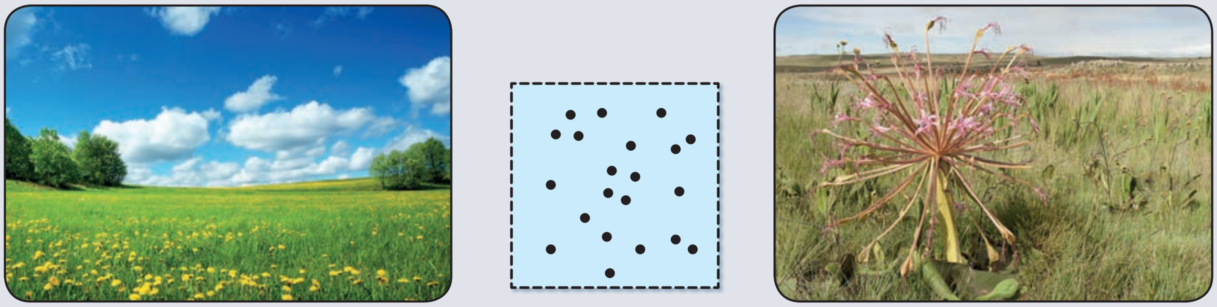
Düzenli dağılım: Alan savunması, besin ve çiftleşme rekabeti gibi popülasyondaki bireylerin birbirini doğrudan etkilediği durumlarda ortaya çıkar. Bireyler arasındaki uzaklık birbirine yakındır ve bireyler arasında sıkı bir etkileşim vardır. Kümeli dağılıma göre daha nadir rastlanan dağılım şeklidir. Kral penguenlerindeki ve sedir ormanlarındaki sedir ağaçlarının dağılımı düzenli dağılıma örnektir (Görsel 2.2.3).


Kral penguenleri

Sedir ağaçları

Görsel 2.2.3: Düzenli dağılım örnekleri

Rastgele dağılım: Bireylerin dağılımlarında karşılıklı bir etki yoktur. Bireyler kendileri için uygun alanları seçer ve aralarındaki mesafe farklıdır. Bireyler arasında etkileşim en azdır. Doğada çok yaygın görülmemekle birlikte popülasyonlarda genellikle kümeli bir dağılıma eğilim vardır. Karahindiba ve Brunsvigia (*burunsvigya*) tohumları rüzgârla rastgele taşınarak rastgele dağılım gösteren yaşam alanları oluşturur (Görsel 2.2.4).

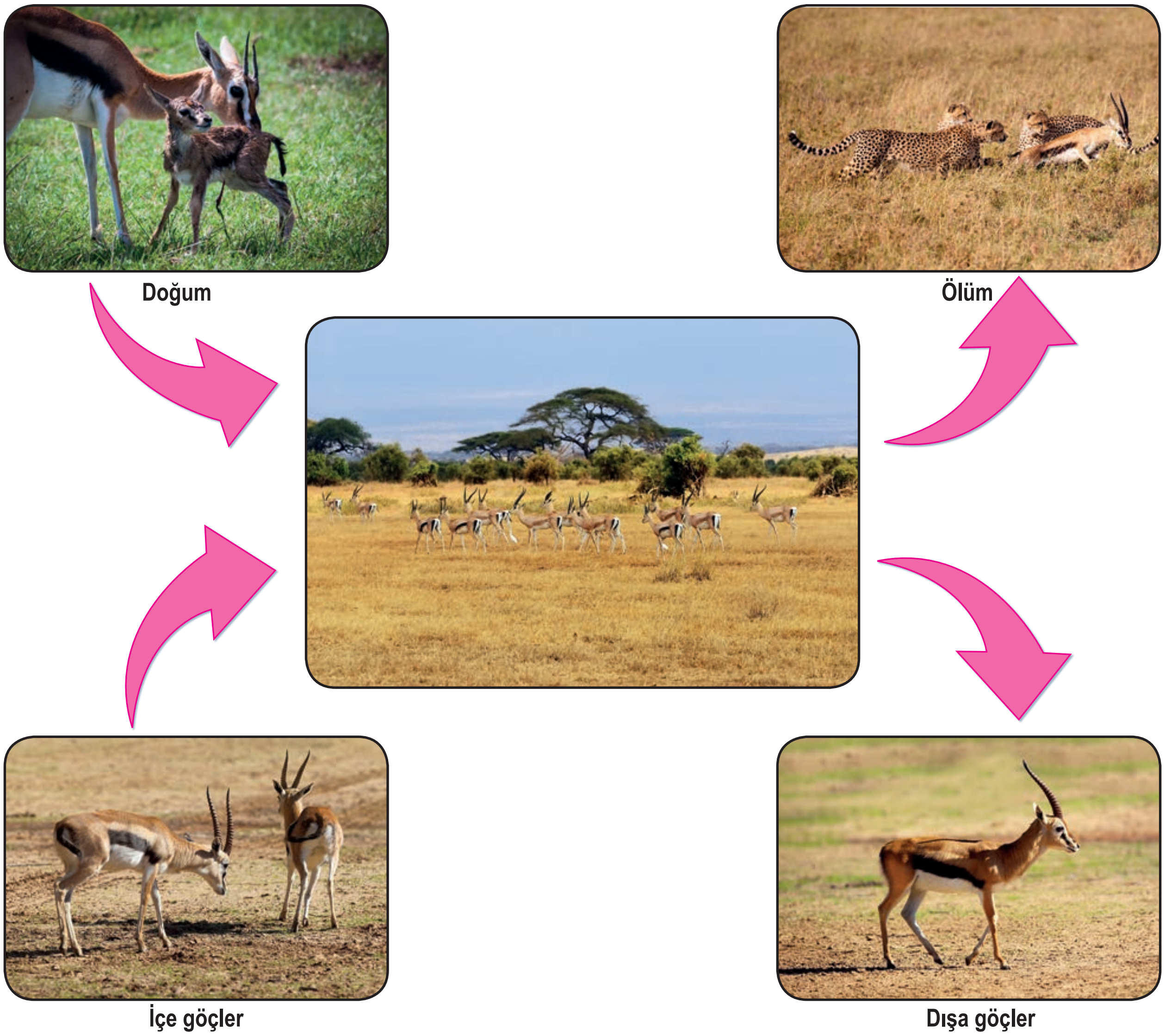

Karahindiba

Brunsvigia

Görsel 2.2.4: Rastgele dağılım örnekleri

POPÜLASYONUN BÜYÜKLÜĞÜ

Popülasyonun büyüklüğü (nüfusu) zaman içinde doğum, ölüm, göç gibi olaylarla değişebilir. Doğum ve içe göçler popülasyon büyüklüğünü artırırken ölüm ve dışa göçler popülasyon büyüklüğünü azaltır. Popülasyon büyüklüğündeki değişim, ölüm ve dışa göçlerin toplamının doğum ve içe göçlerin toplamından çıkarılmasıyla elde edilir (Görsel 2.2.5).



Popülasyon Büyüklüğündeki Değişiklik = **Doğum ve İçe göçler** − **Ölüm ve Dışa göçler**

Görsel 2.2.5: Popülasyon büyüklüğündeki değişimler

Popülasyondaki doğum ve içe göçler toplamı, ölüm ve dışa göçlerin toplamından büyükse popülasyon büyüme eğilimindedir. Doğum ve içe göçler toplamı, ölüm ve dışa göçlerin toplamına eşitse dengeli bir popülasyondan küçükse küçülen bir popülasyondan söz edilir.

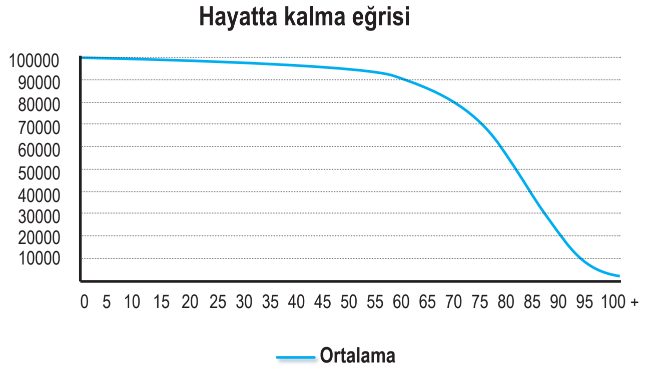
Demografi (nüfus bilimi), popülasyonun sahip olduğu bu yaşam istatistiklerini kullanarak popülasyonun zamanla nasıl değiştiğine yönelik açıklamalar getirir. Bunun için kullanılan hayat tabloları yaşam istatistiklerinin bir özetidir. Hayat tablolarında yaş grupları, bu yaş gruplarından diğer gruba geçerken hayatta kalanların oranı, ortalama yaşam süreleri gibi bilgiler belirtilir.

Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) Türkiye'deki yıllık nüfuslar ve ölüm verileri kullanılarak geliştirdiği 2014-2016 yılları arasındaki yaşam süreleri Tablo 2.2.1'de gösterilmiştir.

Tablo 2.2.1: Cinsiyete ve Yaşa Göre Beklenen Yaşam Süreleri, 2014-2016

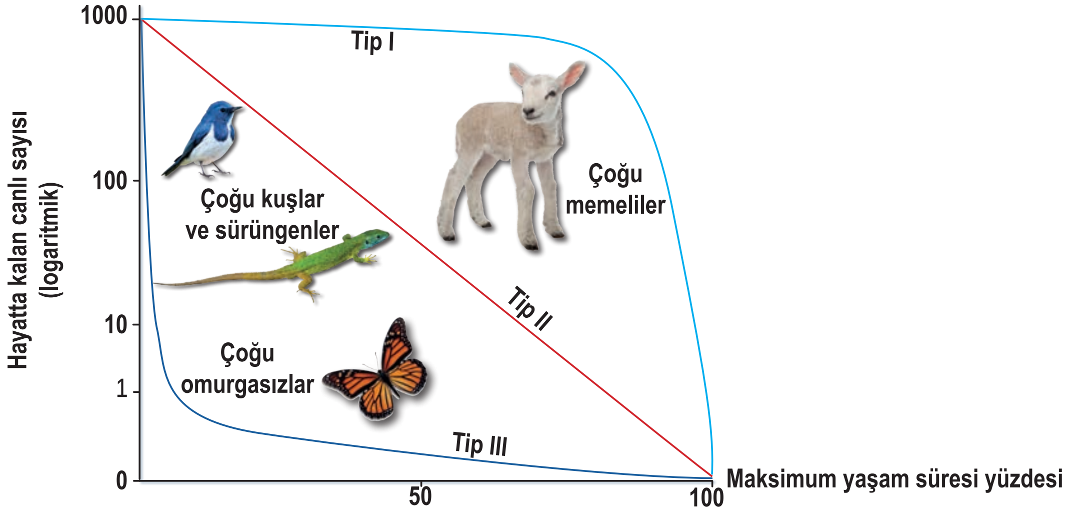
Yaş	Hayatta Kalan Birey Sayısı	Toplam Yaşam Süresi	Erkeklerde		Kadınlarda	
			Hayatta Kalan Birey Sayısı	Yaşam Süresi	Hayatta Kalan Birey Sayısı	Yaşam Süresi
0	100 000	78,0	100 000	75,3	100 000	80,7
10	98 584	69,1	98 491	66,4	98 683	71,8
20	98 227	59,3	98 009	56,7	98 457	61,9
30	97 680	49,6	97 212	47,1	98 171	52,1
40	96 985	39,9	96 294	37,5	97 708	42,3
50	95 345	30,5	94 179	28,2	96 565	32,7
60	90 739	21,8	87 978	19,8	93 621	23,6
70	79 320	14,1	73 244	12,7	85 536	15,3
80	53 854	8,1	45 062	7,2	62 680	8,7
90	17 795	4,6	12 128	3,9	23 299	4,9
100+	1 638	4,2	679	3,2	2 488	4,3

Tabloya göre doğuşta beklenen yaşam süresi Türkiye geneli için toplamda 78'dir. Genel olarak kadınlar erkeklere oranla daha uzun yaşamaktadır. Tabloya göre Türkiye'de 30 yaşında olan bir kişinin kalan yaşam süresi ortalama 49,6 yıl iken 50 yaşında olan bir kişinin kalan yaşam süresi ortalama 30,5 yıldır. Hayat tablolarının içinden bazı istatistiksel veriler grafikle gösterilebilir. Yaş sütununda o yaş için hayatta kalan bireylerin sayısı grafiğe aktarıldığında hayatta kalma eğrileri elde edilir. Tablo 2.2.1'deki hayatta kalma süreleriyle ilgili bir grafik oluşturulursa 2014-2016 yılları arasında Türkiye'de yaşayan insanların hayatta kalma eğrisi elde edilir (Grafik 2.2.1).



Grafik 2.2.1: 2014-2016 yılları arasında Türkiye'de yaşayan insanların hayatta kalma eğrisi

Canlı popülasyonlarında üç tip hayatta kalma eğrisi görülür (Grafik 2.2.2).



Grafik 2.2.2: Çeşitli canlı popülasyonlarında görülen hayatta kalma eğrisi

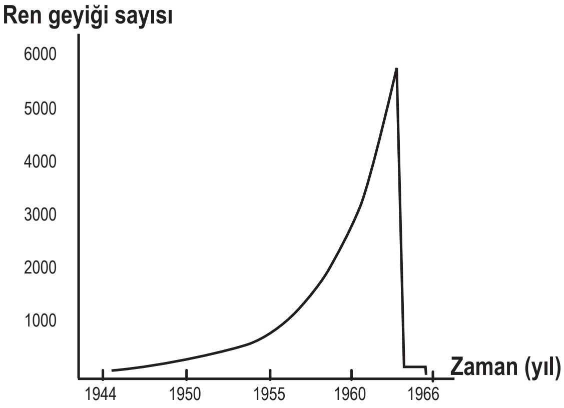
Tip I eğrisi, ergin dönemlerde yüksek hayatta kalma oranına sahip popülasyonları ifade eder. Yavru bakımı ve az sayıda yavrulama bu tip eğrinin görüldüğü popülasyonlarda karakteristiktir. İlk ve orta yaşlarda ölüm oranı düşüktür. Çoğu memelilerde görülen hayatta kalma eğrisi bu tiptir.

Tip II eğrisi, ölüm oranının sabit olduğu eğri tipidir. Bazı kemirgenlerin, bazı omurgasızların, çoğu kuşların ve sürüngenlerin hayat eğrileri bu tiptedir.

Tip III eğrisi, hayatın erken döneminde bireylerin çoğunun ölümüyle sonuçlanan eğri tipidir. Bu tip hayat eğrisi görülen popülasyonlarda çok sayıda yavrulama eğilimi vardır. Çoğu böceklerde, pek çok deniz omurgasızlarında ve balıklarda görülen hayat eğrileri bu tiptedir.

İdeal koşullardaki popülasyonlarda kaynaklar bol olduğu sürece zamana bağlı olarak popülasyonun büyüklüğü sürekli artan geometrik bir artışla J tipi büyüme eğrisini oluşturur. Bu modelde popülasyondaki bireyler fizyolojik kapasitesi oranında üreyebilmektedir. Popülasyonun büyüklüğünü etkileyecek toplu ölümler, salgın hastalıklar, mevsimsel değişiklikler gibi nedenlerle birey sayısında ani azalışlar görülebilir. Bu durumda popülasyon tamamen ortadan kalkabilir ya da kalmayı başaran bireyler yeni büyüme eğrisi oluşturacak şekilde çoğalabilir.

Üretme çiftliklerinde çoğaltılan canlıların sayılarındaki artış J tipi büyüme eğrisi gösterir. Alabalık ve somon üretim çiftlikleri bu duruma örnek verilebilir. 1944'te Alaska'da küçük bir adaya bırakılan Ren geyikleri 20 yıl içinde doğal avcıları olmadığından ve besinin bol olmasından dolayı geometrik artışla çoğalmıştır. Popülasyonun yok olmasına sebep olan ise aşırı soğuk bir kış mevsimi olmuştur (Grafik 2.2.3).

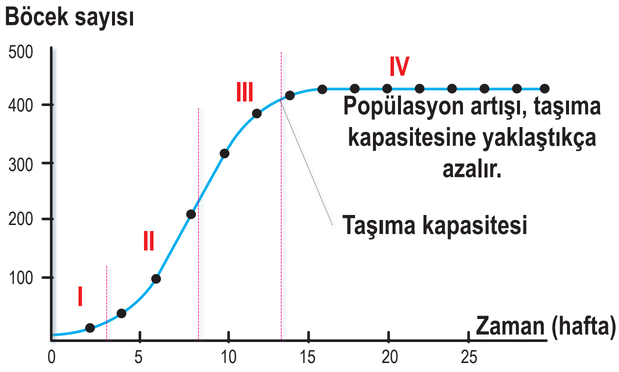


Grafik 2.2.3: Ren geyiği popülasyonunda J tipi büyüme

Thomas Malthus (*Tomas Maltus*) 1798'de yayınladığı kitabında insan popülasyonunun geometrik artış gösterdiğini bildiren teorisini yazmıştır. Bu teoriye göre insan popülasyonundaki nüfus artışı gelecekte yoksulluğa, açlığa ve ölüme yol açacaktır. Şimdilerde insanlar artan nüfusu besleyecek yiyeceğin üretim kapasitesini artırmanın bir yolunu bulmaya çalışmaktadır. Ancak çevreye verilen zarardan, kirlenmeden ve habitatların yok edilmesinden dolayı popülasyon büyümesi olumsuz etkilenmektedir.

Hiçbir popülasyon geometrik büyümeyi çok uzun süre devam ettiremez. Popülasyon yoğunluğu arttıkça popülasyonu oluşturan bireyler su ve yiyecek bulma, enerji, barınma gibi sorunlarla karşılaşır. Kaynakların tükenmesi doğum oranlarını düşürürken ölüm oranlarını artırır. Dolayısıyla yaşama alanlarındaki kaynaklar sadece belirli sayıdaki popülasyonun bireylerini destekleyecek kapasitededir. Belirli bir alandaki maksimum popülasyon büyüklüğü **taşıma kapasitesi** olarak adlandırılır. Popülasyonun büyümesini sınırlandıran faktörlere ise **çevre direnci** adı verilir. Kaynaklar tükenmeye başladığında popülasyonun büyüme hızı yavaşlar ve büyüme eğrisi S tipi bir eğri hâlini alır.

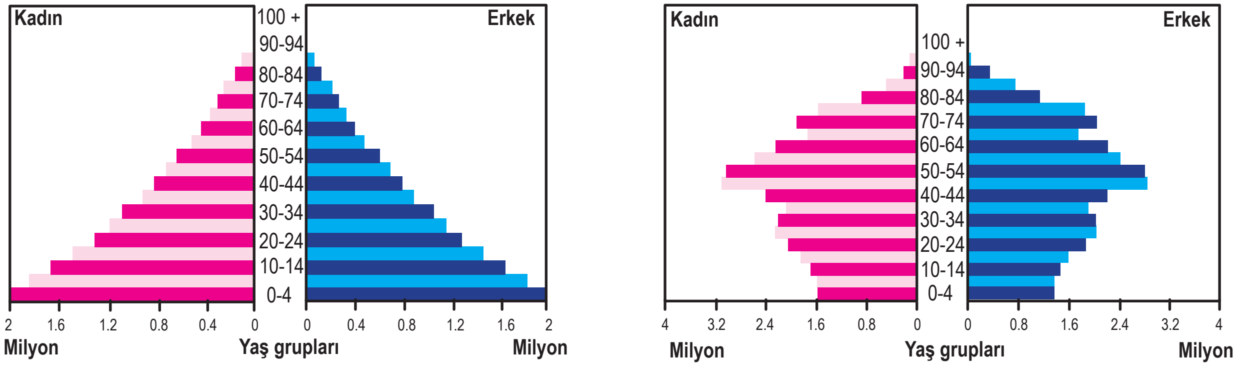
S tipi büyümede 4 evre gözlenir. Birinci evre popülasyonun kuruluş evresidir **(I)**. Bu evrede popülasyon ortama uyum sağlar ve birey sayısında artış görülür. İkinci evre olan logaritmik artış evresinde **(II)** birey sayısı geometrik dizi şeklinde artar. Birey sayısındaki artış popülasyon büyümesini sınırlandırır. Popülasyonun büyüme hızı yavaşlar. Büyüme hızındaki yavaşlamadan dolayı bu evreye negatif artış evresi denir **(III)**. Popülasyon taşıma kapasitesine ulaşınca denge evresi **(IV)** gözlenir. Popülasyonun birey sayısındaki değişiklikler dengeyi bozar. Bir böcek popülasyonundaki S tipi büyümeye ait eğri örneği Grafik 2.2.4'te verilmiştir.



Grafik 2.2.4: Bir böcek popülasyonunda S tipi büyüme

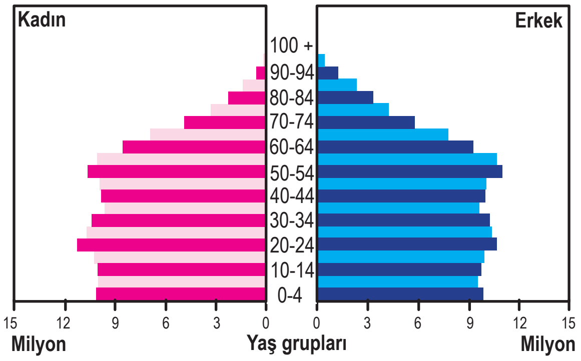
POPÜLASYONDAKİ YAŞ DAĞILIMI

Popülasyonu oluşturan bireylerin yaşları farklılık gösterir. Popülasyondaki bireylerin yaşlarının dağılımına bakarak popülasyonların geleceği hakkında bilgi sahibi olunabilir. Popülasyonda aynı yaşa sahip bireylerin sayıları gruplandırıldığında yaş piramitleri elde edilir. Hızlı çoğalan popülasyonlarda piramidin tabanını oluşturan genç bireylerin toplam popülasyon içindeki oranı yüksektir. Dengedeki popülasyonlarda yaş gruplarının oranları birbirine yakındır. Azalan popülasyonlarda ise piramidin tepesindeki yaşlı bireylerin oranı genç bireylere göre fazladır. Ülkelerin gelişmişlik düzeyi arttıkça genç yaş grubu oranı azalırken popülasyon dengede kalır (Grafik 2.2.5).



Gana'nın hızlı büyüyen, gelişmekte olan yaş piramidi

Almanya'nın gerileyen, küçülen yaş piramidi



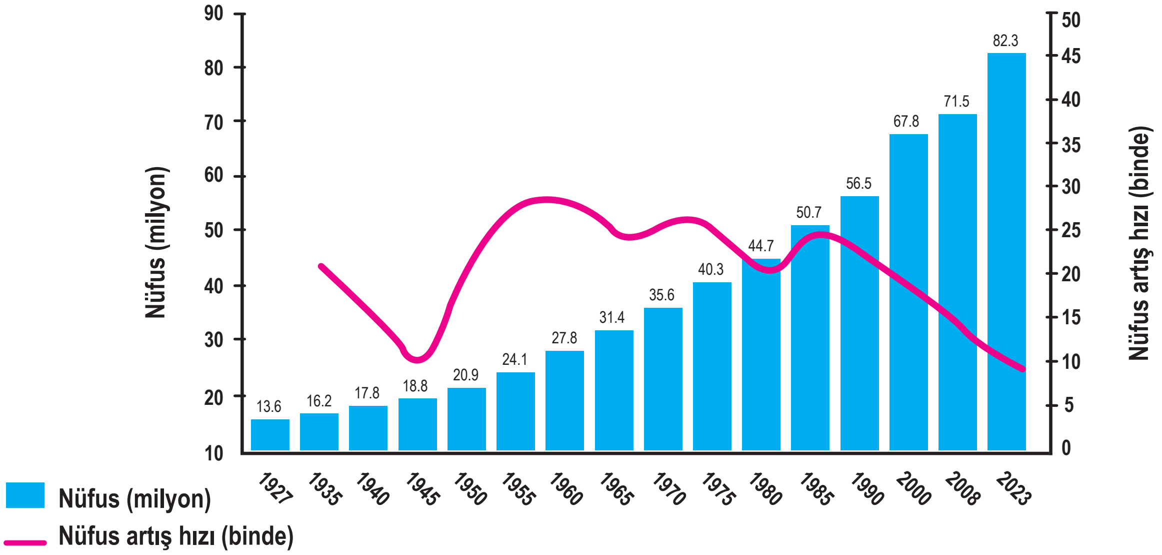
ABD'nin yavaş büyüyen, dengeli yaş piramidi

Grafik 2.2.5: Gana, Almanya ve ABD'nin 2015 yaş dağılımları

KAYNAK : World population Prostects - Population Division - United Nations

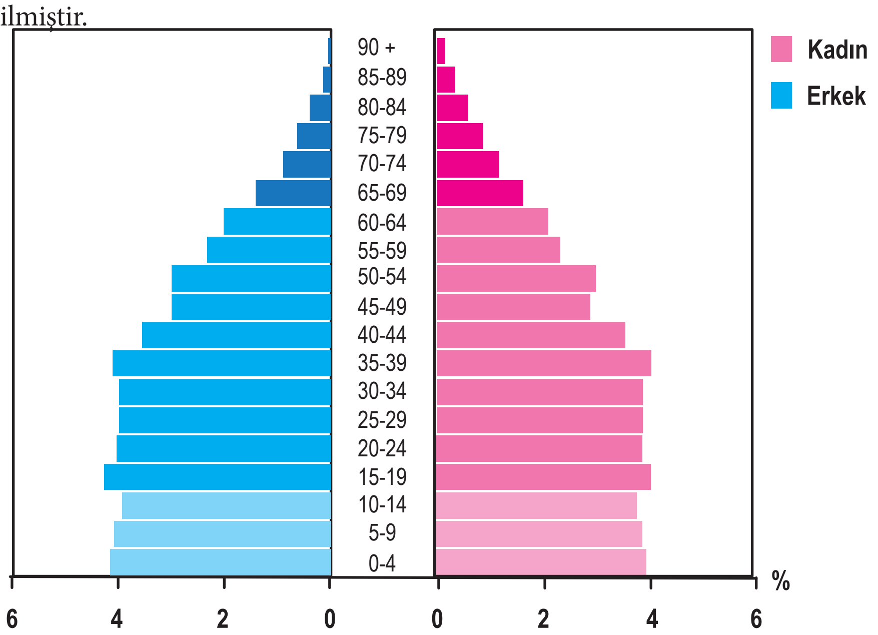
Ülkelere göre yaş dağılımının gösterildiği grafiklere bakarak Gana'nın gelecekte nüfusunun hızla artacağı, ülkede iş bulma ve işe yerleşme sorunlarının yaşanabileceği söylenebilir. ABD'de 1950'lerde nüfus patlamasının olduğu ve bu nüfus patlamasının sonraki kuşakları etkilediği yorumu yapılabilir. Almanya içinse 1970 yılından sonra popülasyon artış hızının ani azalış gösterdiği, popülasyonun artış hızının yavaşladığı yorumu yapılabilir.

TÜİK verilerine göre 1923'ten günümüze kadar tespit edilen ve 2023'e kadar tahmin edilen nüfus büyüklüğü ve nüfus artış hızındaki değişimler Grafik 2.2.6'da gösterilmiştir. Bu grafikte nüfusun artmasına karşın artış hızının 1985 yılından sonra düşmeye başladığı görülür.



Grafik 2.2.6: Türkiye'nin nüfus büyüklüğü ve artış hızındaki değişimler, 1923-2023

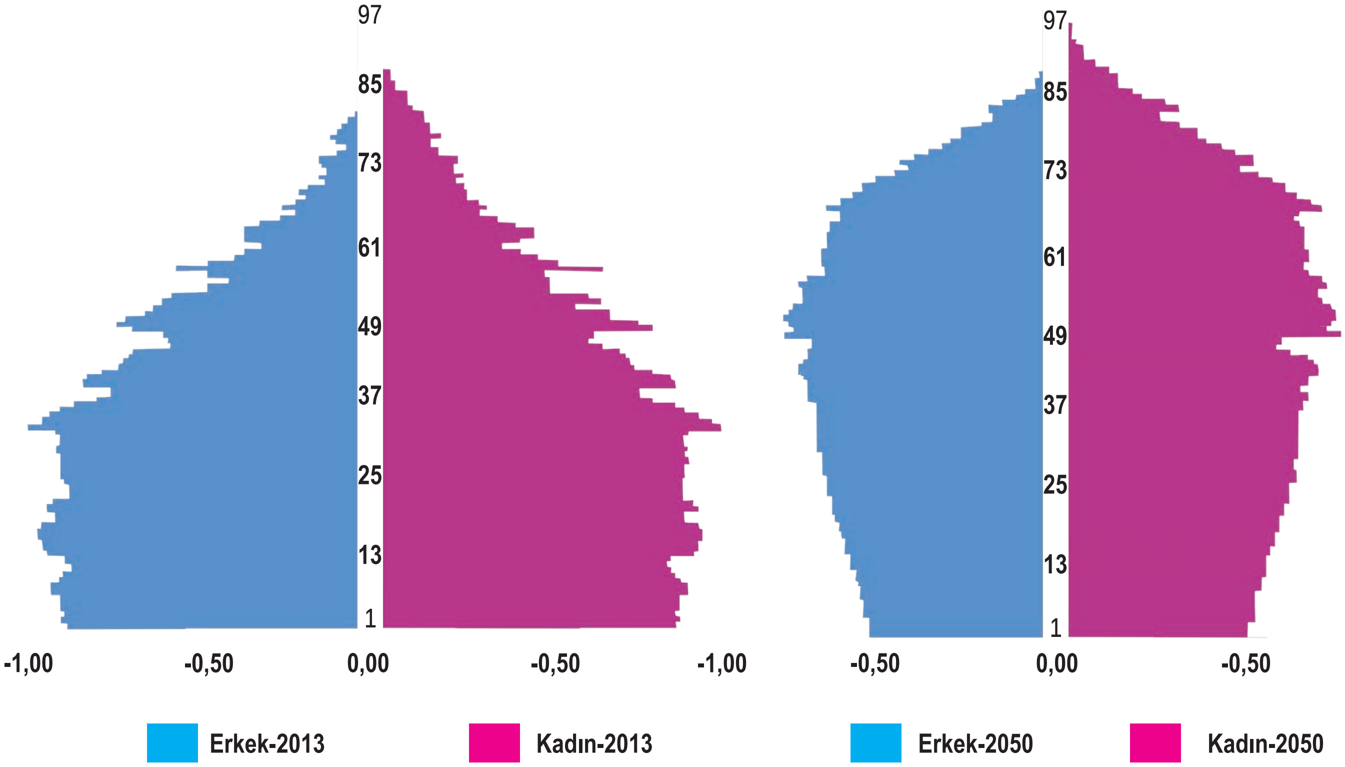
TÜİK'in adrese dayalı nüfus kayıt sistemiyle elde ettiği sonuçlara göre 2016 yılına ait yaş piramidi Grafik 2.2.7'de verilmiştir.



Grafik 2.2.7: 2016 yılına ait Türkiye nüfusunun yaş piramidi

Türkiye'de 15-64 yaş grubundaki (çalışma çağı) nüfusun oranı 2016'da %68'dir. 0-14 yaş grubundaki (çocuk çağı) nüfusun oranı ise %23,7 iken 65 ve daha yukarı yaştaki nüfusun oranı %8,3'tür. Grafikteki yaş piramidi incelendiğinde Türkiye nüfusunun yavaş büyüyen bir popülasyona ait olduğu söylenebilir.

Türkiye’nin gelecekte nasıl bir yaş piramidine ulaşacağı TÜİK’in geliştirdiği tahminlerle Grafik 2.2.8’de gösterilmiştir. 2050'de Türkiye’nin küçülen ve gerileyen bir yaş piramidine sahip olacağı öngörülmektedir.



Grafik 2.2.8: Türkiye’nin 2013'te ölçülen ve 2050'de sahip olması beklenen yaş piramitleri

Türkiye’de de olduğu gibi ülkelerin popülasyonlarında başlangıçta görülen hızlı artış; sonrasında artan nüfusun beslenme, barınma gibi gereksinimlerine bağlı olarak zamanla azalır. Bunun için tarım arazilerinin doğru kullanımı, işlenmesi ve tarım arazilerinin kirletilmemesi gerekir. Bireylerin ihtiyaçlarının karşılanması ekonomiye ek yük getirebilir. Sosyal ve ekonomik yaşamdaki değişikliklerin getirdiği stres, hastalıkların artmasına neden olabilir. Yaşanan çevrenin kısıtlayıcı faktörleri popülasyonun büyüklüğü üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

ARAŞTIRIYORUM

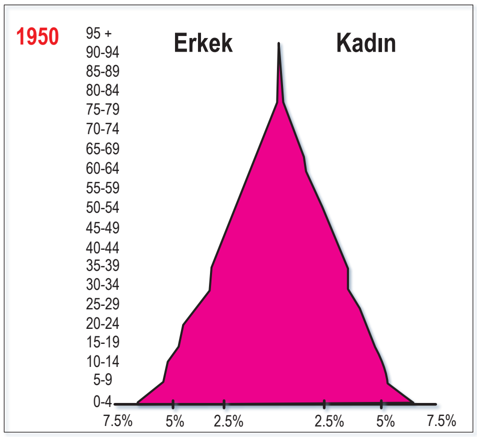
1. Dünya üzerinde insan nüfusunun hızla artışının ekosisteme etkisini araştırınız. Araştırmanız sonucunda elde ettiğiniz verileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Besin, su gibi yaşamsal kaynakları bilinçli kullanmanın önemini vurgulamak amacıyla hazırladığınız slogan, afiş gibi materyalleri sınıf ve okul panonuzda arkadaşlarınızla paylaşınız.

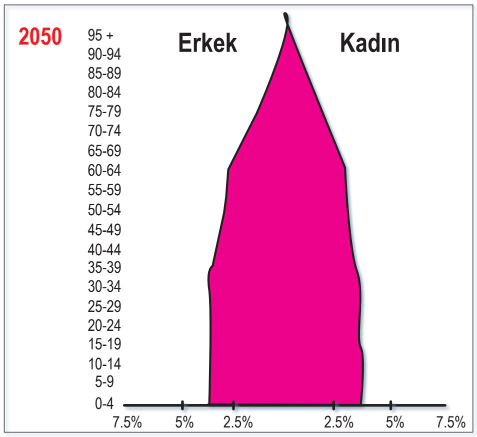
2. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki açık uçlu soruların yanıtını boş bırakılan alana yazınız.

1. Aşağıdaki grafiklerde 1950 ve 2050 (tahmini) yıllarına ait dünya yaş piramidi verilmiştir.



I



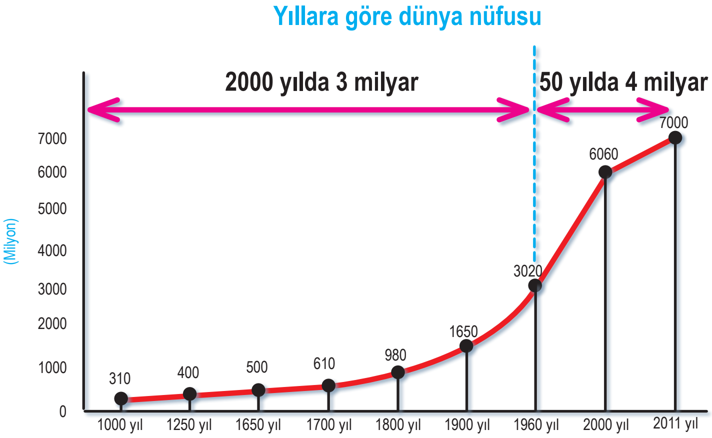
II

Buna göre

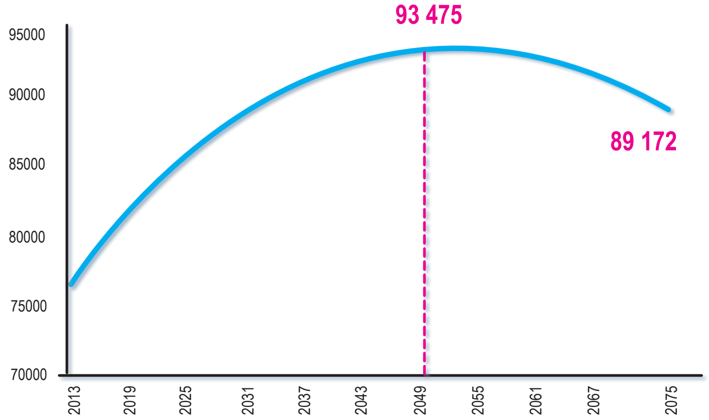
A) İki grafik arasındaki büyüme hızı farklarını yorumlayınız.

B) Dünya nüfusunun artmaya aynı hızda devam ettiği ve kaynakların popülasyona yettiği varsayılırsa 2050'den sonraki yaş piramidinin nasıl olmasını beklersiniz? Anlatınız.

2. Dünya'nın nüfus artış hızını gösteren grafiğe göre nüfus yaklaşık 2000 yılda 3 milyar artarken 1960 yılından 2011 yılına kadar neredeyse 4 milyar daha artmıştır.
Dünya nüfus artış hızının 1960-2011 yılları arasında gösterdiği değişimin olası sonuçlarını değerlendiriniz.



3. Türkiye nüfusunun 2075 yılına kadar olan tahmini değişimi aşağıdaki grafikte gösterilmiştir. Türkiye'de popülasyonun taşıma kapasitesinin yaklaşık 90 milyon kişi olduğu tahmin edilmektedir.



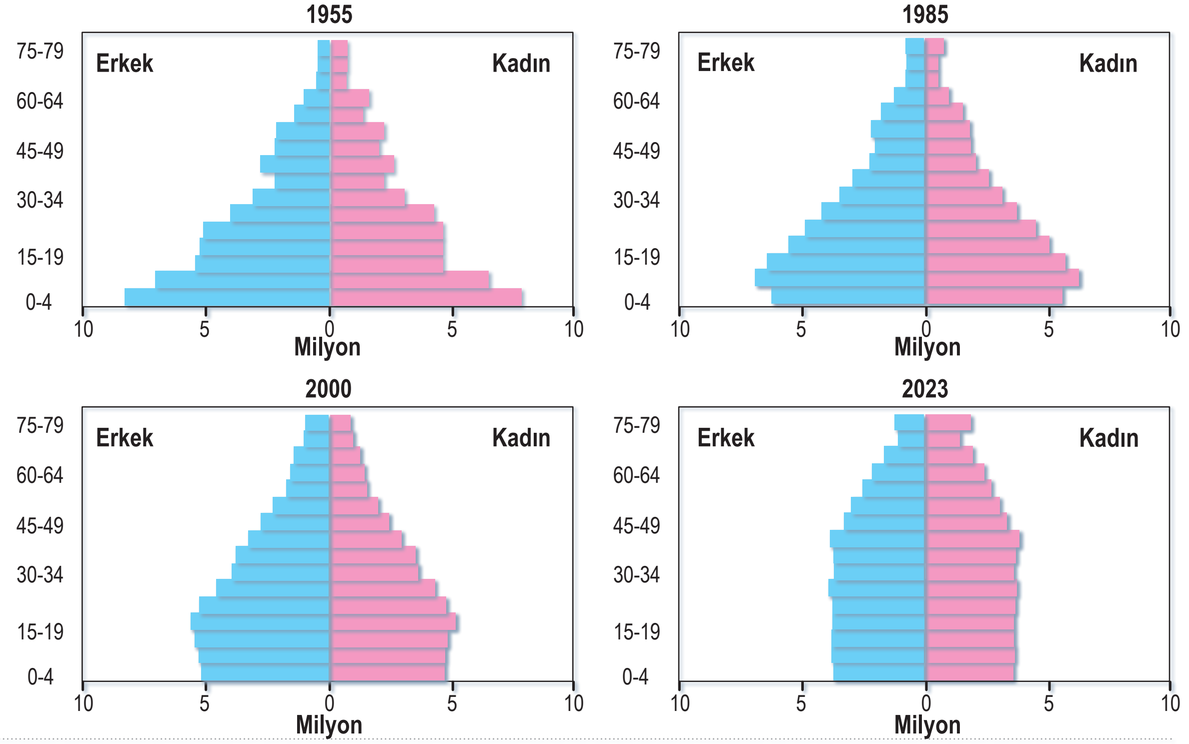
A) 2049 yılından sonra popülasyonun gerilemesinin sebepleri neler olabilir?

B) Türkiye'de popülasyonun üzerindeki çevre direncini oluşturan faktörler nelerdir?

4. Türkiye'ye ait 1955, 1985, 2000 ve 2023 (tahmini) yıllarına ait yaş grafikleri verilmiştir. Bu grafikleri inceleyerek

A) 1955, 1985, 2000, 2023'te popülasyon büyüklüğünün değişimini karşılaştırmalı olarak yorumlayınız.

B) Popülasyonun dengeye geldiği dönemde dengeyi sağlayan unsurların neler olabileceğini yorumlayınız.



2. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

B) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

5. Aşağıdaki tabloda, Türkiye nüfusunun 1990 - 2015 yılları arasında yapılan sayımlara göre nüfus ve nüfus yoğunluğu verilmiştir.

Sayım Yılları	Nüfus	Km² Başına Düşen Birey
1990	56.473.035	73
2000	64.729.501	84
2005	68.860.539	89
2010	73.722.988	96
2015	78.741.053	102

Tablodaki bilgilere göre

I. Türkiye'nin nüfus yoğunluğu artmıştır.
II. 2005 yılındaki ölüm oranı 2010 yılına göre fazladır.
III. Türkiye'nin popülasyon yoğunluğu sabittir.
IV. Nüfus sabit hızda artmıştır.

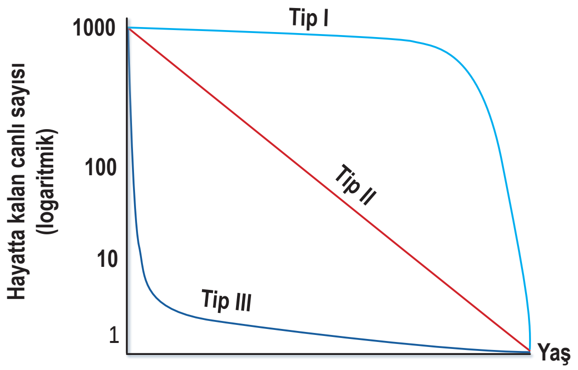
ifadelerinden hangilerine ulaşılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız IV C) I ve II
D) I, II ve IV E) II, III ve IV

6. Aşağıda popülasyona ait verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Çevresel sınırlamaların olmadığı ekolojik ortamda J tipi büyüme eğrisi görülür.
B) Popülasyon yoğunluğunun artması popülasyonun büyüme hızını artırır.
C) Hastalık, rekabet, iklim koşulları gibi faktörler çevresel direnci oluşturur.
D) Büyüyen toplumlarda genç nüfus artar, yaş ortalaması azalır.
E) Yaşama alanında bulunabilecek en fazla birey sayısına taşıma kapasitesi denir.

7. Aşağıdaki grafikte hayatta kalma eğrileri verilmiştir.



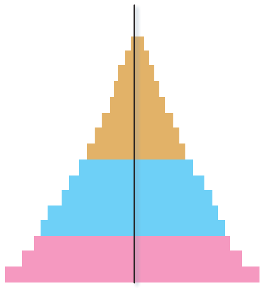
Bu canlılar için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) III nolu canlı çevreye en az uyum sağlayandır.
B) I nolu canlı az yavru üretir, yavru bakımı gelişmiştir.
C) II nolu canlı grubunda ölüm oranı sabittir.
D) III nolu canlı çevre direncinden en az etkilenir.
E) I nolu canlı grubunda hayatta kalma oranı yüksektir.

8. Aşağıda verilen popülasyona ait bilgilerden hangisi yanlıştır?

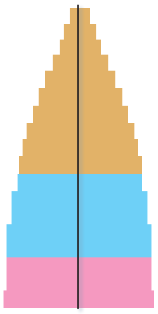
A) Doğum oranındaki artış popülasyonun taşıma kapasitesine ulaşma süresini kısaltır.
B) Hastalıkların artması popülasyon yoğunluğunun artmasına neden olur.
C) Popülasyon içinde kalıtsal çeşitliliğin azalması bireylerin uyum yeteneğini azaltır.
D) Ölüm oranı azalırsa popülasyon yoğunluğu artar.
E) Dışa göçler ve ölümler popülasyon yoğunluğunu azaltır.

9. Aşağıda verilen yaş piramitlerinde Nijerya'nın, Belçika'nın ve Hollanda'nın yaş gruplarına göre dağılımı yer almaktadır.



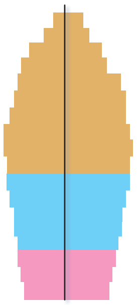
Hızlı büyüme (Örnek: Nijerya)

Yaş grupları: ■ 0-14 ■ 15-44 ■ 45-85



Sıfır büyüme
(Örnek: Belçika)

Yaş grupları: ■ 0-14 ■ 15-44 ■ 45-85



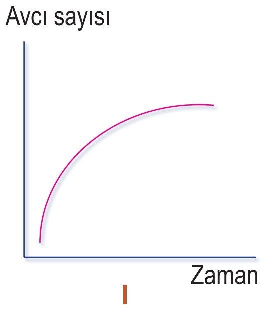
Negatif büyüme
(Örnek: Hollanda)

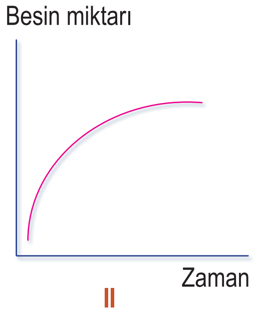
Yaş grupları: ■ 0-14 ■ 15-44 ■ 45-85

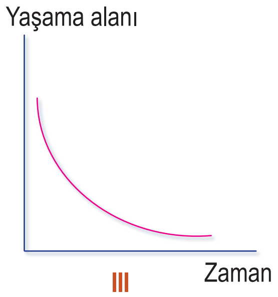
Bu ülkelerin nüfus büyüme hızları arasında nasıl bir ilişki vardır?

A) Nijerya > Hollanda > Belçika
B) Nijerya > Belçika > Hollanda
C) Hollanda > Nijerya > Belçika
D) Belçika > Hollanda > Nijerya
E) Belçika > Nijerya > Hollanda

10. Bir popülasyonun birey sayısı sürekli artıyorsa







grafiklerden hangileri bu olayın gerçekleşmesinde etkili olabilir?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve III
E) I, II ve III

11. Bir ekosistemdeki belirli bir türe ait popülasyonun

I. Rekabete girdiği türlerin ortamda artması
II. Kullandığı besin çeşidinin artması
III. Avcı hayvan sayısının azalması

faktörlerinden hangileri popülasyonun taşıma kapasitesini artırır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

A) Aşağıdaki açık uçlu soruların yanıtını boş bırakılan alana yazınız.

1. Aşağıdaki ekolojik birimleri verilen örneklerle eşleştiriniz. Eşleşmeyen kavramı açıklayınız.

I Habitat
II Komünite
III Popülasyon
IV Tür
V Ekosistem

A *Padus officinalis* (şakayık)
B Abant Gölü'ndeki alabalıklar
C Eğirdir Gölü'nde yaşayan canlılar
Ç Akvaryumdaki balıklar ve akvaryum suyu
....

2. Bir akarsu ile orman arasındaki geçiş bölgesi ekoton olarak adlandırılır.
Ekotonla ilgili aşağıda verilen soruları yanıtlayınız.

A) Ekotonu tür çeşitliliği açısından değerlendiriniz.

B) Ekotonda bulunan türler arası rekabeti değerlendiriniz.

3. 1960'lı yıllarda Dünya Sağlık Örgütü, Borneo'da sıtmaya karşı yoğun olarak DDT kullandı ve sivrisineklerin tamamına yakın kısmını öldürmeyi başardı. DDT her yere bulaştı. Ancak bu arada eşek arıları ve diğer avcı uçucu böcekler de öldü. Eşek arıları, tırtıl ve diğer yer böceklerini yiyen dengeleyici canlılar olduklarından Borneo'da tırtıl ve böcek popülasyonu şiddetle arttı. DDT'li yüzeylere sürünen bu böcekleri ve ölmüş böcekleri yiyen kertenkelelerle kuşlar, kısa sürede öldü. Bu kertenkeleleri yiyen birçok kedi de yok oldu ve DDT'den daha az etkilenen farelerin popülasyonu normalin çok üstünde arttı. Beklenmedik bu gelişmeler üzerine Borneo hükümeti, komşu ülkelerden kedi istemek zorunda kaldı. Sivrisineklerle mücadelede DDT kullanımına son verildi.
Yukarıdaki metne göre aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

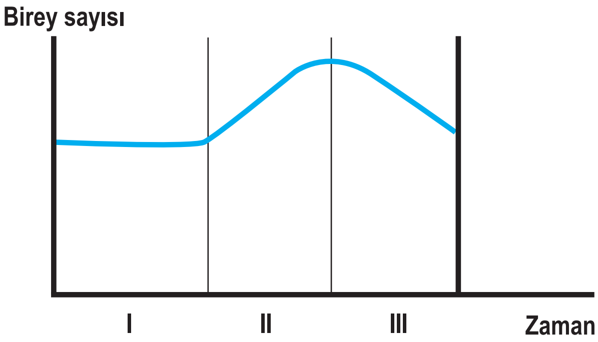
A) Borneo adasındaki ekolojik dengenin bozulmasının temel sebepleri nelerdir?

B) Sıtmaya neden olan sivrisinekleri yok etmesine rağmen Borneo Adası'nda DDT kullanımına niçin devam edilmemiştir?

C) Borneo Adası hükümeti niçin komşu ülkelerden kedi istemek zorunda kalmıştır?

Ç) Borneo Adası kilit taşı türü hangisidir?

4. Bakteri popülasyonunun zamana bağlı birey sayısındaki değişime ait grafik aşağıda verilmiştir.



Bu grafiğe göre

A) I. zaman aralığında birey sayısındaki değişimin nedenleri neler olabilir?

....

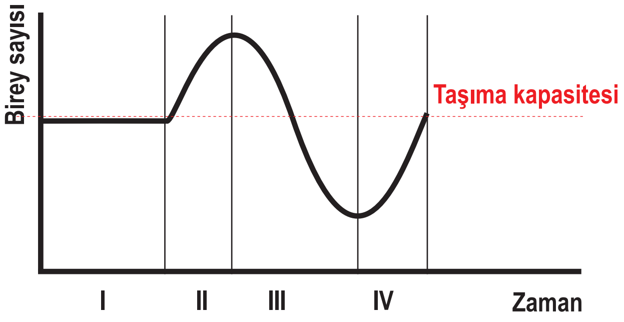
B) II. zaman aralığında birey sayısı değişimi nasıldır? Bu değişimin nedenleri neler olabilir?

....

C) III. zaman aralığında birey sayısı değişimi nasıldır? Nedenleri neler olabilir?

....

5. Popülasyonda besin miktarına bağlı birey sayısındaki değişimi gösteren grafik aşağıda verilmiştir.



Bu grafiğe göre

A) Hangi zaman aralıklarında ortamdaki besin, popülasyondaki bireyler için yeterlidir? Niçin?

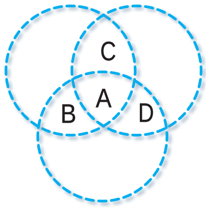
....

B) Hangi zaman aralığında tür içinde rekabet en fazladır? Açıklayınız.

....

B) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. Üç farklı komünitenin kesişme bölgesi verilmiştir.



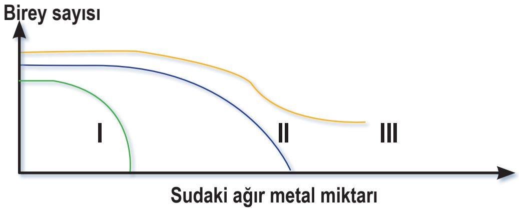
Buna göre

I. En fazla tür A bölgesinde bulunur.
II. C bölgesinde yaşayan tür B bölgesinde yaşayamaz.
III. En fazla birey D bölgesinde bulunur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

7. Belirli bir bölgede yaşayan 3 canlı türünden sudaki cıva (Hg) birikimine karşı birey sayısında oluşan değişme aşağıdaki grafikte verilmiştir.



Buna göre hangi canlılar sudaki cıva birikimine karşı gösterge tür olarak kabul edilebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

8. Popülasyon büyüklüğünün değişimine

I. Yaşlı bireylerin oranı
II. Ortamdaki besin miktarı
III. Popülasyondaki canlıların beslenme biçimi

ifadelerinden hangileri etki etmez?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

9. Komüniteyle ilgili

I. Birden fazla tür bulundurur.
II. Aynı türün bireylerinden oluşur.
III. Süksesyon sonucunda birey sayısı değişebilir.

ifadelerinden hangileri söylenemez?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

10. Popülasyon büyüklüğünü denetleyen

I. İç göç
II. Salgın hastalık
III. Sosyal davranış

faktörlerinden hangileri popülasyon büyüklüğünü denetleyen dış faktörlerdir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

11. Popülasyonla ilgili

I. Baskın türler barındırır.
II. Aynı türe ait bireylerden oluşur.
III. Bireyler arasında yaş dağılımı vardır.

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) II ve III E) I, II ve III

12. Popülasyonla ilgili

I. Popülasyonun dağılımı
II. Popülasyonun yaş dağılımı
III. Popülasyon habitatının coğrafik özellikleri

ifadelerinden hangileri popülasyonun dinamiğini oluşturur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

13. Aşağıdaki tabloda bitkilere ait bazı özellikler verilmiştir.

Özellik	Bitki Türü I	Bitki Türü II	Bitki Türü III
Fotosentez yapma	Evet	Hayır	Evet
Gerçek köke sahip olma	Evet	Hayır	Hayır
Emeçlere sahip olma	Hayır	Evet	Evet

Tabloya göre bu bitkilerin beslenme biçimi aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	Bitki Türü I	Bitki Türü II	Bitki Türü III
A)	Ototrof	Tam parazit	Yarı parazit
B)	Tam parazit	Yarı parazit	Ototrof
C)	Yarı parazit	Ototrof	Tam parazit
D)	Ototrof	Yarı parazit	Tam parazit
E)	Tam parazit	Ototrof	Yarı parazit

14. Aşağıda verilen komünite ile ilgili bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Karasal ekosistemlerde canlı çeşitliliğini en çok etkileyen faktör enlemdir.

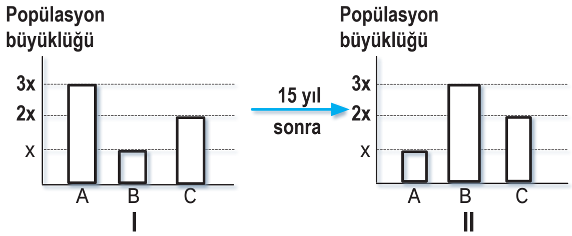
B) Komüniteyi oluşturan farklı türler kullandıkları kaynaklar aynı ise rekabete girerler.

C) Komünitedeki tür çeşitliliği komünitenin büyüklüğünü etkiler.

D) Aynı türden olan canlıların ekolojik nişleri farklıdır.

E) Sucul ekosistemlerde çeşitlilik suyun derinliğine ve kirliliğine göre değişir.

15. A, B ve C canlılarından oluşan bir ekosistemde popülasyon büyüklüğü grafikte verilmiştir.



Buna göre

I. Birinci grafikte baskın tür A'dır.
II. Bu ekosistemde süksesyon yaşanmıştır.
III. 15 yıl sonrasında ekosistemdeki canlı sayısı azalmıştır.

ifadelerinden hangisi söylenemez?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

16. Aşağıda yaşam birlikteliği örnekleri verilmiştir. **Aşağıdakilerin hangisinde diğerlerinden farklı tipte birliktelik vardır?**

A) Palyaço balığı ile anemon arasındaki ilişki

B) İnsan ile B ve K vitaminleri üreten bakteri

C) Söğüt ağacıyla birlikte yaşayan ökse otu bitkisi

D) Baklagiller ile baklagillerin köklerinde yaşayan azot bağlayıcı bakteri

E) Liken birlikteliğini oluşturan mantar ile algler

Değerlendirme

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap veririken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları geri dönerek tekrarlayınız.

CEVAP ANAHTARLARI

1. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

A) Açık uçlu sorular

1. Pankreastan yeterince insülin üretilemediğinden dokulara yeterli glikoz geçişi engellenir. Kandaki şeker miktarının yüksek olması kan ozmotik basıncını yükseltir. Kan plazmasında su miktarı artar ve böbreklerde süzülme hızı ve idrar oluşumu artar. Dokuların yeterli glikoz alamaması enerji üretimini azaltır. Buna bağlı yorgunluk ve halsizlik gözlenir.

2. Hepsi görev alır. Beyin kabuğu impulsları değerlendirir. Sinaps impulsun aktarılmasını sağlar. Nöron impulsların alınması, değerlendirilmesi ve tepki organına iletilmesinde görev alır.

3. İmpulsun değerlendirilmesi merkezi sinir sistemiyle, tepkinin algılanıp, ilgili tepki organlarına aktarılması çevresel sinir sistemiyle (otonom ve somatik) gerçekleşir.

4. Böbreklerden kana emilen kalsiyum : AZALIR, kanda kalsiyum seviyesini düşürmek için.
Bağırsaktan kana emilen kalsiyum : AZALIR, kanda kalsiyum seviyesini düşürmek için.
Kandan kemik dokuya geçen kalsiyum : ARTAR, fazla kalsiyumun depolanması için.

5. III – I – II

6. Dengenin sağlanmasında yarım daire kanalları etkilidir. Dönen kişinin durduktan sonra baş dönmesinin bir süre daha devam etmesinin nedeni yarım daire kanallarındaki endolenf sıvısının hareketine devam etmesidir. Sıvı hareket ettikçe reseptörler impuls oluşturmaya devam eder.

7. A) 2 ve 6 B) 1 C) 4 ve 6 Ç) 5 D) 3

8. Gözdeki çubuk reseptörleri ışık varlığında uyarılıp uyarıları beyne ilettiğinden karanlıkta çubuk reseptörler uyarılamaz. Bu nedenle göz ve beyin koordinasyonu sağlayamaz.

9. Akson çapı arttıkça impuls iletim hızı artar. İmpuls iletim hızı küçükten büyüğe doğru aksonların sıralanışı II – I – III 'dır.

10. Kulak yolu → Kulak zarı → Çekiç → Örs → Üzengi → Oval pencere → Vestibular kanal → Timpanik kanal (Perilenf)
Yuvarlak pencere → Kohlear kanal → Corti organı → Duyu sinirleri → Talamus

B) Çoktan seçmeli sorular

11. E **12.** C **13.** C **14.** A **15.** E

2. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

A) Kısa cevaplı sorular

1. Hacmi DEĞİŞMEZ, Kasın boyu UZAR, ATP miktarı AZALIR, sitoplazmadaki Ca miktarı AZALIR.

2. III – II – I

B) Açık uçlu sorular

3. Enerji ihtiyacını karşılamak için glikoz AZALIR, Kreatin fosfat harcandığından kreatin ARTAR, Oksijen kullanıldığından oksijen AZALIR, glikoz tükenince glikojen AZALIR, Kretin fosfat harcandığından kreatin fosfat AZALIR.

C) Eşleştirme soruları

4. I – B, Ç, D; II – A; III – C

5. I – Kasların kasılmasında görev alan miyofibrillerden biri, II - B , III - C , IV - A , V – Ç

Ç) Çoktan seçmeli sorular

6. E **7.** E **8.** D **9.** E **10.** E **11.** A **12.** B **13.** D

3. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

A) Açık uçlu sorular

1. X kanalı tıkandığında yağların sindirimi zorlaşır. Y ile gösterilen bölge safra kesesidir. Safranın üretildiği yer karaciğerdir.

2. I – IV – III – II

3. Bağırsak epiteline difüzyonla geçer. Yağ asiti ve gliserol villus epitelinde birleşerek trigliserite dönüşür. Trigliseritler; fosfolipitler, kolesterol ve özel proteinlerle kaplanarak şilomikronlara dönüşür.Lenf kılcalları – Karın lenf kanalı – Peke sarnıcı – Göğüs lenf kanalı – Sol köprücük altı toplardamarı

B) Eşleştirme soruları

4. I – A; II – C; III – B; IV – A, C, Ç; V – C, Ç

5. Tükürük bezinden salgılanan enzimler: 1; İnce bağırsaktan salgılanan enzimler: 2 ve 4; Wirsung kanalıyla taşınan enzimler: 1, 3, 5, 6

C) Çoktan seçmeli sorular

6. E **7.** E **8.** E **9.** C **10.** B

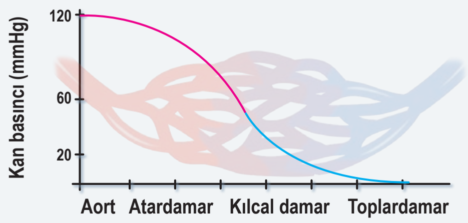
4. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

A) Açık uçlu sorular

1. A) Antikorlar antijene özgü üretilir. Kızamığa karşı oluşturulan antikorlar boğmaca hastalığında işe yaramaz.
B) Boğmaca hastalığına karşı daha önceden aşılanan bireyler aşı işlevini yerine getirmişse bu hastalıktan etkilenmez.

2. Antikor içerir. (SERUM); Antijen içerir. (AŞI); Kısa süre etkilidir. (SERUM); Uzun süre etkilidir. (AŞI); Aktif bağışıklığı sağlar. (AŞI); Pasif bağışıklığı sağlar. (SERUM); Tedavi edicidir, hasta bireye uygulanır. (SERUM); Koruyucu etkiye sahiptir, sağlıklı bireye uygulanır. (AŞI)

3.



4. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

4. A) 8-3-4-5-9 B) 10-6-7-1-2 C) 5-9-10-6 Ç) 1-2-8-3

5. A) B'den A'ya doğru gerçekleşir. Çünkü kan basıncı ozmotik basınçtan büyüktür. B) A'dan B'ye doğru gerçekleşir. Çünkü kan basıncı ozmotik basınçtan düşüktür.

6. Adrenalin (HIZLANDIRIR); Asetilkolin (YAVAŞLATIR); Karbondioksit (HIZLANDIRIR); Tiroksin (HIZLANDIRIR); Kafein (HIZLANDIRIR); Kanın pH'ının düşmesi (HIZLANDIRIR); Vücut sıcaklığının artması (HIZLANDIRIR)

B) Eşleştirme soruları

7. I – D; II – Ç; III – A; IV – Sol kulakçıkla sol karıncık arasındaki kapakçık ; V – C; VI – B

8. I – 2; II – 1; III – 1; IV- 3

C) Çoktan seçmeli sorular

9. D **10.** E **11.** E **12.** B **13.** E **14.** D **15.** B **16.** D **17.** C **18.** B **19.** D **20.** C

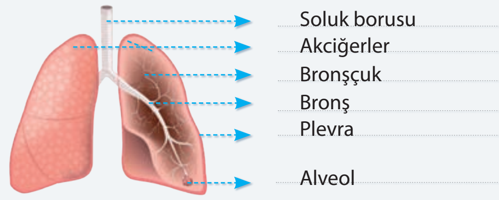
5. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

A) Açık uçlu sorular

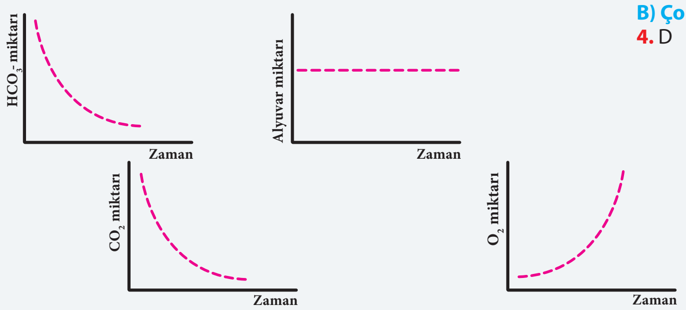
1.

	Soluk alma	Soluk verme
Akciğerlere oksijen geçişi	X	
Akciğer iç basıncının artması		X
Kaburgalar arası kasların kasılması	X	
Alveollerdeki havanın dışarı verilmesi		X
Göğüs boşluğu hacminin azalması		X
Kaburgalar arası kasların gevşemesi		X
Diyafram kasının düzleşmesi	X	
Diyafram kasının kubbeleşmesi		X

2.



3.



B) Çoktan seçmeli sorular

4. D **5.** C **6.** D **7.** E **8.** B **9.** E

6. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

A) Açık uçlu sorular

1. A) I – IV; B) II; C) III

2. A) I den II ye; B) III, IV, V, VI; C) III, V

3. Havuzcuk -> Üreter -> İdrar kesesi -> Üretra

4. I ve III. ADH salgısının artması böbreklerden suyun geri emilimini artırarak ozmotik basıncın dengelenmesinde görev alır.

B) Çoktan seçmeli sorular

5. D **6.** C **7.** B **8.** E **9.** C **10.** A

7. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

A) Açık uçlu sorular

1. Yumurta döllenme sonrası oluşacak zigota besin sağlayacağı için bol sitoplazmalı ve büyüktür. Spermse yumurtaya ulaşmak için hareketlidir.

2. A) III; B) I ve II; C) IV

3. I – B; II – A; III – D; IV – Ç; V – C; VI – Rahim ağzı: Spermlerin dişi vücuduna bırakıldığı; rahimle vajinayı ayıran bölgedir.

B) Çoktan seçmeli sorular

4. D **5.** D **6.** C **7.** B **8.** B **9.** C **10.** A **11.** C **12.** B **13.** E **14.** A **15.** B

1. ÜNİTE ÖLÇME DEĞERLENDİRME SORULARI

A) Açık uçlu sorular

1. 4. çıkış

2. Eldeki reseptörler → Duyu nöronu → Ara nöron → Motor nöron → İskelet kası

3. A) Çünkü kemik iliği ve kordon kanında kök hücreler bulunur. Bu kök hücreler diğer hücrelere dönüşme yeteneğine sahiptir.
B) Aktarılan kemik iliğindeki sıvı kısımda antikor, alyuvarların hücre zarında ise antijen bulunabilir. Bu durum nakillerde bağışıklık sistemiyle ilgili sorunlar ortaya çıkarabilir.

4. A) VII; B) II ve III; C) I ve VI; Ç) Solunum merkezini düzenler. Omurilik soğanıyla birlikte yutma, kusma, sindirim etkinliklerini denetler; D) V

5. A) 1 ve 2; B) 3, yağı sindiren enzim bulunmadığından.

6. A) I; B) III; C) II

7. Doğrular : I, VI

8. A) Parathormon; B) Paratiroit

9. A) İmpuls iletim hızları eşittir. B) t1 > t3 > t2

10. Su miktarı giderek artar. Çünkü ADH suyun böbreklerden geri emilimini sağlar. ADH salgısı azalırsa nefron kanallarında ve idrarda su miktarı artar.

11. Hipotalamus, Uç beyin, Beyincik, Omurilik soğanı

12. A) IV; B) IV; C) I ve II; Ç) I ve II; D) I

13. A) Atardamar > Toplardamar > Kılcaldamar B) Kılcaldamar > Toplardamar > Atardamar C) Atardamar > Kılcaldamar > Toplardamar
Ç) Toplardamar > Atardamar > Kılcaldamar

14. IV – I – V – II – III

15.

Bağışıklık Sağlayan Olay	Doğal Bağışıklık	Kazanılmış Bağışıklık
Gözyaşındaki lizozim enziminin mikropları öldürmesi	X	
Makrofajların hastalık etmenini fagositozla yok etmesi	X	
Virüslerin sebep olduğu hastalıkta interferon salgılanması	X	
Lenfositlerin mikroorganizmalara karşı etkinlik göstermesi		X

16. A) Terleme, geri emilim, ADH, susama-su içme B) Sinir sistemi, endokrin sistem, üriner sistem C) Su dengesinin bozulması böbrekler ve metabolizma için tehlikeli sonuçlar doğurabilir. Su idrar oluşumu, vücut sıcaklığının korunması için gereklidir. Su vücutta madde taşınmasında da rol oynar.

17. A) Tütün dumanındaki CO hemoglobine bağlanır ve ayrılmaz. Oksijen taşıma kapasitesi düşer. Dokulara yeterince oksijen götürülemez.
B) Alyuvar üretimini artırmak için. C) Yeterince alyuvar üretilemezse dokulara yeterince oksijen taşınamaz.

18. Böbreklerden süzülen suyun yaklaşık %99'u nefronlardan geri emilime uğrar. Böylelikle vücut sıvılarındaki su kaybı önlenir.

B) Eşleştirme soruları

19. I – B; II. İnsülin kandan dokulara glikoz geçişini sağlayarak kan glikoz seviyesini ayarlar.; III – A; IV – C

20. I – Omurilik refleksi oluşturur. Dış ortamdan gelen impulsu beyne, beyinden gelen impulsları ilgili organa iletir; II – A; III – C; IV - B

C) Çoktan seçmeli sorular

21. C **22.** A **23.** B **24.** E **25.** E **26.** B **27.** E **28.** C **29.** B **30.** E **31.** A **32.** D **33.** C
34. B **35.** E **36.** E **37.** B **38.** A **39.** B **40.** D **41.** A **42.** A **43.** D **44.** A **45.** D **46.** D
47. B **48.** A **49.** E **50.** D

2. ÜNİTE 1. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

A) Açık uçlu sorular

1. A) Kilittaşı tür fillerdir. Çünkü ekosistemde sayıca çok olmasalar da ekolojik rolleri açısından komünitenin devamlılığını sağlar.
B) Ağaçların büyümeleri filler tarafından doğal olarak kontrol altına alınır. Böylece kısa ağaç ve çalı formundaki bitkilerin yeterince ışık alması sağlanır.

B) Çoktan seçmeli sorular

2. C **3.** B **4.** A **5.** C **6.** C **7.** B **8.** C **9.** C **10.** B

2. ÜNİTE 2. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRME

A) Açık uçlu sorular

1. A) I. Grafik büyümekte olan/hızlı büyüyen bir popülasyonu, II. Grafik sıfır büyüme hızına sahip dengeli bir popülasyonu göstermektedir.
B) Yaşlı bireylerin oranı artar. Dengeli/sıfır büyüme hızı devam eder.

2. Son 50 yıldaki nüfusun hızlı artışı kaynakların (besin, su gibi) azalmasına, rekabetin artmasına neden olur.

3. A) Taşıma kapasitesinin üzerine çıkmıştır. Çevre direnci artmış olabilir. B) Besin yetersizliği, su kaynaklarının azalması, hastalıklar, hava kirliliği gibi faktörler çevre direncini oluşturabilir.

4. A) 1955, 1985 ve 2000 yıllarında büyüyen bir popülasyona ait yaş grafikleri görülmektedir. 1955'te diğer yıllara göre hızlı nüfus artışı vardır. 1985 ve 2000 yıllarında nüfus artış hızı yavaşlamış olması rağmen 2023'te dengeli bir popülasyonun grafiği verilmiştir.
B) Popülasyonların büyümesi sınırsız olamayacağından popülasyon büyümesini sınırlayıcı faktörler popülasyonun büyümesini yavaşlatmış ve popülasyon dengeye gelmiştir. Çevre direncini oluşturan faktörler etki etmiş olabilir.

B) Çoktan seçmeli sorular

5. A **6.** B **7.** D **8.** B **9.** B **10.** B **11.** D

2. ÜNİTE ÖLÇME DEĞERLENDİRME SORULARI

A) Açık uçlu sorular

1. I – Habitat; organizmanın ya da popülasyonun doğal olarak yaşadığı/yerleştiği alan; II – C; III – B; IV – A; V - Ç

2. A) Ekoton iki komünite arasındaki geçiş bölgesi olduğundan iki komüniteye ait canlıları içerir.
B) Canlı çeşitliliği arttığından aynı kaynakları kullanan farklı türden canlıların rekabeti de artar.

3. A) Sıtma hastalığının yayılmasında etkili olan sivrisinekleri ortadan kaldırmak için DDT kullanımı ekolojik dengenin bozulmasına neden olmuştur. B) DDT kullanımı diğer canlıları da etkileyerek çeşitli canlıların sayılarının azalmasına ve bu canlılarla beslenen canlıların aşırı çoğalmasına neden olmuştur. Ekolojik denge bozulmuştur. C) DDT'ye maruz kalan canlılarla beslenen kedilerin yoğunluğu azalmıştır. Kedilerin yok olması normalin üzerinde farelerin artmasına neden olmuştur. Ç) Eşek arıları

4. A) Popülasyon yoğunluğu dengededir. Ölümler ve dışa göçlerin toplamının doğum ve içe göçlerin toplamına oranı yaklaşık eşittir.
B) Birey sayısındaki artış içe göç ya da doğumlar sayesinde olmuş olabilir. Rekabet azalmış, kaynaklar artmıştır. Bu evrenin sonunda çevre direnci giderek artmıştır. C) Ölümler ve dışa göçler artmış olabilir. Populasyon taşıma kapasitesini aşmış, çevre direnci ve rekabet etkili olmuştur.

5. A) I. evrede popülasyon dengededir. II. evrede besin açısından rekabet azdır. Popülasyon taşıma kapasitesinin üstünde olsa da büyümeye devam etmiştir. IV'de küçülen popülasyon büyümeye devam etmiştir. B) II. evrede rekabet giderek artmıştır. Bu evrenin sonunda rekabet etkisini göstermiş, III. evrede populasyonun büyüklüğü giderek azalmaya başlamıştır. Popülasyon taşıma kapasitesine ulaşınca popülasyonun azalmasına ölüm oranında artmaya neden olabilecek hastalıklar gibi diğer faktörler etki etmiş olabilir.

B) Çoktan seçmeli sorular

6. B **7.** A **8.** C **9.** B **10.** C **11.** A **12.** E **13.** A **14.** D **15.** B **16.** C

SÖZLÜK

A

abiyotik faktör	: Bir ekosistemin hava, su, ışık, mineraller ve sıcaklık gibi cansız ögeleri.
aktif taşıma	: Enerji kullanılmak suretiyle ve özgün taşıyıcı proteinler sayesinde bir maddenin, derişim ve elektrokimyasal gradiyentine karşı hücre zarından geçirilmesi.
antijen	: Bağışıklık cevabına sebep olan herhangi bir madde. İmmünojen.
antikor	: Özel bir antijene cevap olarak B lenfositleri ve plâzma hücreleri tarafından meydana getirilen ve bağışıklıktan sorumlu olan glikoprotein yapısındaki maddeler. İmmünoglobulinler ve bunların alt grupları gibi kazanılmış bağışıklık elemanları.
apandis	: İnsanda ince ve kalın bağırsak arasındaki içi boş bir uzantı olan kör bağırsağın ucunda bulunan parmak şeklindeki çıkıntı.

B

bağ dokusu	: Hücre sayısı az fakat hücreler arası maddesi çok olan ve genel olarak diğer dokuları birbirine bağlayarak destek görevi yapan bir doku tipi. Kökünü embriyonun mezenşim hücrelerinden alan bu dokunun iki ana tip hücrelerinin (fibroblast, makrofaj) arasını dolduran madde içinde teller ve telcikler bulunur. Bu tel ve telciklerin çeşidine ve çokluğuna göre de çeşitli bağ dokusu tipleri oluşur.
Bowman kapsülü	: Böbrekte glomerulus yumağını çevreleyen, idrar kanalının genişlemiş başlangıç bölgesi.

D

diyafram	: Memelilerde, akciğerlerde gaz alış verişini kolaylaştıran, göğüs boşluğu ile karın boşluğunu ayıran kas ve tendon tabakası.
doku	: Bitki ve hayvan organlarını meydana getiren, aynı görevi yapmak üzere bir arada bulunan, benzer hücre topluluklarının hücreler arası maddeyle beraber oluşturdukları yapı. Epitel, bağ, kas, sinir dokusu gibi.
döllenme	: Dişi ve erkek eşey hücrelerinin, dolayısıyla çekirdeklerinin birleşmesi olayı. İç döllenme şeklinde organizmanın eşey organında, ya da dış döllenme şeklinde eşey hücrelerinin vücut dışına çıkarılmasından sonra (özellikle suda) olabilen döllenme. Fertilizasyon.

E

efektör organlar	: Sinir hücrelerinin bağlı olduğu ve bir uyarı karşısında bir iş ya da madde oluşturan, merkezî sinir sisteminde oluşan impulslara verilen cevapları yerine getiren bezler, kaslar, elektrik organı gibi herhangi bir organ.
eklemler	: İki parçanın birleşme ya da ayrılma bölgesi; kemikler arasındaki birleşme yerleri. Kafatasındaki gibi hareketsiz, oynamaz eklemler (fibröz eklemler), boyun, göğüs ve bel omurlarındaki gibi yarı oynar eklemler ve bilek, dirsek, diz, alt çenedeki gibi oynar eklemlere (sinoviyal eklemler) rastlanır.
ekolojik niş	: Organizmanın uyumu, fizyolojik tepkileri, kalıtsal ya da öğrenilerek elde ettiği özel davranışlardan doğan, komünitedeki ya da ekosistemdeki durumu.
ekolojik tölerans	: Bir canlının zarar görmeden dayanabildiği bir çevre faktörünün en az ve en çok değerleri arasındaki farkın derecesi.
elastin	: Fibroblast hücreleri tarafından üretilen yapısal bir proteindir.
embriyo	: Yumurtadan meydana gelen, yumurta zarı, yumurta kabuğu ile korunan ya da vücudun içinde bulunan ve gelişmenin erken evrelerinde olan genç organizma.
endokrin bez	: İç salgı bezi. Salgısını bir kanal aracılığı olmaksızın doğrudan kana veren bezlerden herhangi biri. Pankreasın alfa hücrelerinin glukagon salgısı, beta hücrelerinin insülin salgısı gibi salgıları protein yapısında ya da böbrek üstü bezi ve testislerin steroit yapısındaki salgıları gibi hormon salgılayan bezler. Kanalsız bez
endometriyum	: Uterusu astarlayan mukoza zarı.
epitel doku	: Embriyonun endoderm, ektoderm ve mezoderm tabakalarından köken alan, örtü epiteli, bez epiteli, kassı epitel (miyoepitel) ya da duyu epiteli (nöroepitel)

olarak sınıflandırılan, birbirine sıkıca bağlanmış hücreler ve az miktardaki hücreler arası maddeden oluşan doku.

F

fagositoz	: Bir hücrenin büyük molekülleri, diğer hücreleri veya partikülleri yalancı ayaklarla bünyesine aldığı endositoz tipi.
fetüs	: Dölüt. Cenin. Döl yatağı (uterus) içinde bulunan, embriyoya yaklaşık 9 hafta sonra verilen isim.
folikül	: Yumurtalıkta gelişmekte olan bir yumurtayı çevreleyen, koruyan ve besleyen hücre kümesi.

G

gastrula	: Blastuladan sonra oluşan, hücrelerin içeri çökmesiyle ilk bağırsak boşluğunu meydana getiren erken embriyonik safha.
glomerulus	: Yumakçık. Böbreğin korteks bölgesinde bulunan ve kanın süzülmesinden birinci derecede sorumlu olan Bowman kapsülü ile çevrili kılcal damar yumağı.
gonad	: Eşey organı. Eşey hücreleri meydana getiren organlar. Eşey bezi, yumurtalık (ovaryum), erkek eşey organı (testis) gibi.

H

habitat	: Bir canlı türünü ya da canlı birliklerini barındıran ve kendine özgü özellikler gösteren yaşama ortamı.
homeostasi	: 1. Vücudun iç çevresinin sabitliğinin devamı. 2. Dış ortamın bozucu etkisine rağmen organizmanın iç ortamının sabit tutulması veya korunması olayı.
hormon	: İç salgı bezleri (endokrin bezler) tarafından salgılanıp kana verilerek vücudun başka bölgesindeki hücre ya da hücre gruplarını faaliyete geçiren, kimyasal yapılarına göre (peptitler, proteinler, steroitler) ve etki şekillerine göre (faaliyeti hızlandırıcı ve azaltıcı) gruplandırılan, başta beyin olmak üzere eşey organları, adrenal bezler, tiroit, pankreas vb. gibi organlardan salgılanan birincil haberci maddeler. Örnek: Pankreasın Langerhans adacığından salgılanan insülin ve glukagonun kan şekerini düzenlemesi gibi.

İ

impuls	: Uyarma sonucu bir sinir teli boyunca meydana gelen kimyasal ve elektriksel değişiklikler.
lenf sıvısı	: Kılcal damarlardan difüzyonla lenfatik sisteme geçen sıvı.
interferon	: Virüslere ya da nükleik asitlere karşı fibroblastlar tarafından oluşturulan maddeler. Günümüzde kanser hücrelerinin büyümesine karşı ilaç olarak kullanılmaktadır.

K

kan serumu	: Vücut dışına alınan kanda, hücreler ile fibrinin ayrılmasından sonra geriye kalan renksiz sıvı.
kimus	: Mideden bağırsağa geçen yarı sindirilmiş hâldeki besin maddeleri.
kompleman sistem	: Tamamlayıcı sistem. Kan serumunda bir dizi şeklinde faaliyet gösteren, aktive edilince yabancı hücreleri eriten proteinler.
komünite	: İyi bir şekilde birbirinden ayrılmış bitki veya hayvan toplulukları. Topluluk.
konak	: Bir asalağın hayatının tümünü ya da bir kısmını içinde ya da üzerinde geçirdiği, besin ihtiyacını ve korunmasını sağladığı organizma.
korpus luteum	: Sarı cisim.Yumurta bırakımından sonra parçalanan folikülün değişerek meydana getirdiği genellikle sarı renkli yapı.

L

lenf düğümü	: Lenf damarları boyunca bulunan ve lenfosit meydana getiren bir kapsülle çevrili küçük doku kümeleri.
lenf sıvısı	: Kılcal damarlardan difüzyonla lenfatik sisteme geçen sıvı
ligament	: Bir kemiği diğerine bağlayan dayanıklı yoğun bağ dokusu.

M

meninges	: Beyin zarları. Memelilerde beyin ve omuriliği, dıştan içe doğru, sert zar (dura mater), örümceksi zar (araknoid zar) ve ince zar (pia mater) olmak üzere üç tabaka hâlinde örten zarlar.
menopoz	: Kadınlarda ovulasyonun ve menstrüasyonun bitmesi.
menstrüasyon	: İnsanda ve bazı yüksek memelilerde periyodik olarak görülen döllenmemiş yumurta ile uterus duvar tabakasının dışarı atılması. Aybaşı. Regl.
miyelin kılıf	: Çevresel sinirlerde Schwann hücreleri, merkezî sinir sisteminde oligodendrositler tarafından meydana getirilen, 50-100 kadar birim zar katlanmalarından oluşan ve aksonların etrafını saran örtü. Miyelin örtü.
morula	: Döllenmiş yumurtanın segmentasyonu sırasında oluşan ve hücrelerin dut gibi bir arada bir topluluk teşkil ettiği embriyo safhası.
mukoza	: En içte sindirim bezlerini kapsayan epitel tabakası, onun dışında lamina propria ve en dışta kas tabakası olmak üzere üç tabakadan oluşan sindirim kanalının içini astarlayan tabaka.

N

nefron	: Böbreğin yapı ve görev bakımından birimi olup Malpighi cisimciği, dalgalı kanallar ve Henle ilmeğinden oluşur.
nöron	: Sinir hücresi. Çekirdek ve organellerin bulunduğu bir hücre gövdesi (perikaryon) ile bu gövdeden uzanan sitoplazmik uzantılardan (dendritler) ve aksondan meydana gelen, elektrik impulslarını taşımak için özelleşmiş sinir sisteminin temel hücreleri.

O

oogenez	: Yumurta oluşması. Dişi eşey organında, yumurta ana hücresinin, primer oosit ve sekonder oosit evrelerini geçirerek döllenmeye hazır yumurta hücresini meydana getirmesi.
optik kiyazma	: Sağ ve sol gözden gelen sinirlerin buluştuğu, her bir retinanın iç yarısından gelen sinir tellerinin çapraz yaparak iki optik yol teşkil ettiği, sağ yol soldaki, sol yol sağdaki görme alanından gelen bütün duyguları taşıyan beynin frontal lopları altındaki X şeklindeki yapı.
ovulasyon	: Yumurta bırakımı. Yumurtalıktan yumurtaların bırakılması.
ozmoz	: Bir membranın iki tarafında çözünen madde konsantrasyonlarının farklı olması sebebiyle yarı geçirgen bir zardan suyun geçişi.

P

papilla	: Tomur. 1. Koni biçimindeki herhangi bir çıkıntı. 2. Kan damarları bakımından zengin olan ve kıl kökü içine giren dermis tabakası uzantısı. 3. Deride dermis tabakasının epidermis içine uzayan çıkıntıları. 4. Dilin üst yüzeyinde bulunan çeşitli biçimlerde olabilen ve tat alma tomurcuklarını taşıyan küçük çıkıntılar.
pasif taşıma	: Bir maddenin biyolojik bir zardan enerji harcamaksızın difüzyonla geçişi.
perikart	: Kalbi örten zar.
periost	: Kemik örtüsü zarı. Kemiğin dışını çevreleyen, kemiklerin onarılmasını ve beslenmesini sağlayan zar.
plasenta	: Eten. 1. Döl yatağında ana ile dölüt arasında bulunan dölütün ve ananın kan damarlarının birbirine yakın bulunduğu, ozmoz ile besin ve oksijen alışverişini sağlayan, damarlı, süngerimsi bir yapı. 2. Bitkilerde ovaryumda ovülün meydana geldiği ve olgunlaşana kadar bağlı kaldığı bölge.
plazma	: 1. Dolaşan kan, lenf ve hemolenfin sıvı kısmı. 2. Protoplazma, sitoplazma.
plevra	: Göğüs boşluğunu astarlayan ve akciğeri saran seroza zarı. Göğüs zarı.

popülasyon	: Belli bir bölgede yaşayan bir türün bireyleri.

R

Ranvier boğumu	: Miyelinli sinirlerde sinir telinin üzerindeki Schwann hücrelerinin aralıklı olarak boğumlar meydana getirmesi.
refleks	: Bir impulsa verilen cevap. Alınan uyarı sonucunda meydana gelen impulsa, beyne iletilmeksizin verilen cevap. Yansı.
rektum	: Göden bağırsağı. Sindirim kanalının anüse açılan son bölgesi. Omurgalılarda bağırsak muhteviyatındaki su ve inorganik iyonların geri emildiği ve dışkının teşekkül ettiği kalın bağırsağın son bölgesi.
reseptör	: Hücre içinde ya da üzerinde hormon, ilaç, virüs vb. nin özel olarak bağlandığı ve bazı hâllerde özel bir hücre cevabının verilmesine yol açan veya bunların hücreye girmesini sağlayan, protein, glikoprotein ya da oligosakkaritlerden oluşan yer veya yapı.
resif	: Su düzeyindeki sıra kayalar.

S

sarkomer	: Çizgili kaslarda iki Z çizgisi arasında kalan ve kasılabilen en küçük birim.
sağrı	: Memeli hayvanlarda bel ile kuyruk arasındaki dolgun ve yuvarlakça bölüm.
Schwann hücresi	: Periferal sinirlerde aksonları saran hücreler. Bu hücrelerin plâzma zarları içeri çökerek aksonların etrafında kılıf şeklinde düzenli zar katlanmaları yaparak aksonu korur ve impulsun kolayca iletilmesini sağlar. Böyle sinirlere miyelinli sinirler denir. Merkezî sinir sisteminde oligodendrositler aynı görevi yapar. İki Schwann hücresi arasında Ranvier boğumu olarak bilinen bir aralık yer alır. Bazı Schwann hücreleri birden fazla aksonu sarabilir, fakat aksonun çevresinde zar katlanmaları meydana getirmez. Bu durumdaki sinirlere miyelinsiz sinirler denir. Schwann kını, Schwann kılıfı.
segmentasyon	: 1. Embriyoyu meydana getirmek üzere döllenmiş yumurtanın geçirdiği bir seri mitoz bölünme ile önce ikiye, sonra dörde, sonra 8, 16 vb. sayıda hücrelere devam eden bölünmeler sırasında morula, blastula, gastrula evrelerinin ve daha sonra da embriyonun oluşması. 2. Segmentli hayvanlarda, böceklerde, embriyonun gelişmesi sırasında vücudun parçalara ayrılması. Metamerizasyon.
spermatogenez	: Sperma oluşması. Erkek eşey organında sperma ana hücresinden birincil spermatosit, ikincil spermatosit ve spermatit evrelerini geçirdikten sonra spermanın meydana gelmesi.

T

tansiyon	: Kalbin vurumu sırasında kanın, kan damarlarının duvarına yapmış olduğu yaşa ve fizyolojik duruma göre değişebilen basınç. Kan basıncı.
taşıma kapasitesi	: Belli bir çevrenin sürekli olarak besleyebileceği belli bir türe ait maksimum birey sayısı.
tendon	: Kiriş. Bir kasın hareket edebilen yapılarla bağlanmasını sağlayan beyaz, parlak ve telli bir bağ.
tonus	: Bir organın, bilinçli olduğu sürede bütün kaslarının biraz kasılı olması hâli.
trofik düzey	: Bir ekosistemde enerji akışına göre besin zincirinde bulunan beslenme basamaklarından her biri.

U

uterus	: Döl yatağı. Rahim. Yumurta ya da yavrunun geliştiği, yumurta kanalının genişlemiş bölgesi.

V

Vater kabarcığı	: Safra kanalı ve pankreastan gelen kanalın birleşmesiyle oluşan kısa ortak kanalın onikiparmak bağırsağına bağlandığı yerde meydana gelen kabartı.

Z

zigot	: Bir dişi ve bir erkek eşey hücresinin birleşmesiyle oluşan döllenmiş yumurta.

DİZİN

A

Adrenal Bez 37
Adrenalin 38
Adrenokortikotropik Hormon 35
Ağız 90
Akciğer İltihabı. bk. Zatürre
Akciğerler 138
Akrozom 168
Akson 16
Akyuvarlar 116
Alerji 129
Alveoller 139
Alyuvar 139, 143
Alyuvarlar 115
Alzheimer 43
Anemi 123
Antidiüretik hormon 35
Antikor 116, 118, 128
Aort 106, 110
Apandis 93, 121
Ara beyin 26
Arka beyin 28
Astım 144
Astigmatizm 52
Aşılama 129
Atardamar 111
Avlanma 202

B

Bağ doku 47
Baskın tür 201
Beyincik 28
Beyin kabuğu 25
Beyin yarım küreleri. bk. Uç beyin
Blastula 178
Bohr etkisi 142
Boşaltım 152
Bowman kapsülü 154
Böbrek 152
Bronşlar 138
Burun 53
Büyük dolaşım 110
Büyüme Hormonu 35

Ç

Çevresel Sinir Sistemi 30

D

Damar Tıkanıklığı 122
Dendrit 14
Denge 56
Deri 46
Dil 57
Diyafram 138, 141
Diyaliz 158
Diyet lif 100
Doğal Bağışıklık 125
Doku kılcalları 110
Düz kas 73

E

Efektör 29
Eklemler 71
Ekosistem 200
Elastik kıkırdak 71
Embriyo 178
Endokart 106
Endometriyum 169
Enfarktüs. bk. Kalp Krizi
Epifiz 33
Epilepsi 43
Epitalamus 26
Epitel Doku 46
Eritrositler. bk. Alyuvarlar
Eşeysel Bezler 39
Eşik şiddeti 20

F

Fibröz kıkırdak 70
Fizyolojik tetanos 76
Folik asit 180
Folikül Uyarıcı Hormon 34

G

Gangliyon 23
Geri emilim 154
Glia 16
Glomerulus 153, 154
Glukagon 38
Gösterge tür 201
Göz 48

H

Havers kanalı 65
Havuzcuk 161
Hayat düğümü 28
Hemoglobin 142

Hipermetropi 51
Hipofiz 33, 168, 171
Hipotalamus 26, 168, 171
His demeti 107
Hiyalin kıkırdak 70
Homeostasi 27
Humoral bağışıklık 128
Hücresel Bağışıklık 128

I

In vitro fertilizasyon 176

İ

İmpuls 19
İnce bağırsak 211
İnce Bağırsak 92
İnsülin 38
İnterferonlar 127
İskelet kası 73

K

Kalın Bağırsak 93
Kalp 106
Kalp kası 73
Kalp Krizi 122
Kalsitonin 36
Kan basıncı 113
Kangren 123
Kan Plazması 143
Kan Pulcukları 117
Karaciğer 94, 98, 110
Katarakt 52
Kazanılmış bağışıklık 125, 128
Kemik 64
Kıkırdak Doku 70
Kılcal Damar 111
Kilit taşı tür 201
Kilus 92
Kimus 91
Kommensalizm 202, 209
Kompleman Sistem 127
Komünite 200
Kondrin 70
Kondrosit 70
Kortizol 37
Kulak 54
Küçük dolaşım 110

L

Lökositler. bk. Akyuvarlar
Lösemi 123
Lüteinleştirici Hormon 35

M

Melanosit Uyarıcı Hormon 35
Meninges 24
Menisküs 79
Menstrüasyon 170, 172, 174
Merkezî Sinir Sistemi 24
Mesane 152
Mide 91
Mikrovillus 92
Miyokart 106
Miyopi 51
Morula 178
Motor uç plak 75
Multipl Skleroz 42
Mutualizm 202, 208

N

Nabız 108
Noradrenalin 38
Nöron 16
Nörotransmitter 21, 75

O

Oksitosin 35
Omurilik 28
Omurilik soğanı 28
Oogenez 170
Orta beyin 28
Osein 64
Ozmotik basınç 113
Osteon 65
Osteosit 64
Otolit 56
Otonom Sinir Sistemi 30
Ovulasyon 170, 172

Ö

Ödem 121
Ön beyin 25
Östrojen 39, 171

P

Pankreas 38, 94, 96
Paratiroit Bezi 36
Parazit 210
Parazitizm 202
Parkinson 43
Peke sarnıcı 98, 120
Perikart 106, 109
Periost 66
Plasenta 179

Polipeptit zincir 142
Pons 28
Popülasyon 218
Popülasyon dinamiği 218
Predatör. bk. Avcı
Presbitlik 52
Progesteron 39
Prolaktin 35

R

Rahim 169
Ranvier boğumu 17
Refleks 29
Refleks yayı 29
Rekâbet 202, 203
Reseptör 29, 46
Rolando yarığı 25

S

Safra kesesi 94
Salgılama 154
Sarkomer 74
Segmentasyon 178
Serum 129
Sıkı kemik doku 65
Simbiyotik ilişkiler 207
Sinaps 21
Sinaptik uç 17
Sindirim 88
Sinir hücresi. bk. Nöron
Somatik Sinir Sistemi 30
Spermatogenez 167, 168
Süngerimsi kemik doku 64
Süzülme 154

Ş

Şaşılık 52

T

Talamus 26
Tansiyon 108, 122
Tendon 77
Testis 166
Testosteron 168
Timüs 37, 121
Tiroit Uyarıcı Hormon 35
Tiroksin 36
Toplardamar 111
Trombositler. bk. Kan Pulcukları
Trombosit tıkacı 117
Tüberküloz. bk. Verem
Tür çeşitliliği 200

U

Uç beyin 25
Uyartı. bk. İmpuls

Ü

Üreter 152, 161
Üretra 152, 166
Üriner sistem 152

V

Varis 123
Vazopressin. bk. Antidiüretik hormon
Verem 145
Villus 92
Volkmann kanalı 65

Y

Yangısal Tepki 127
Yaş dağılımı 223
Yemek Borusu 91
Yumurta kanalı 169, 172
Yumurtalık 166, 169
Yutak 90
Yüksek Tansiyon 122

Z

Zatürre 145

KAYNAKÇA

AKTÜMSEK, A. (2006). ***Anatomi ve Fizyoloji İnsan Biyolojisi***. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

ALTINTAŞ, Ö., AYDINCI, Z., KÖROĞLU, M., & YEŞİLDAĞ, A. (2012). ***Gebelik ve Tanısal Radyasyon***. S.D.Ü. Tıp Fakültesi Dergisi, 1(19), 33-36.

FOX, S. (2011). ***Human Physiology*** (12th Edition). New York: McGraw-Hill Companies.

HALL, J. (2013). ***Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji*** (11. Baskı Çeviri Editörü B. Çağlayan Yeğen). İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri.

JUNQUEIRA, L., & CARNEIRO, C. (2006). ***Temel Histoloji*** (Çeviri Editörleri Y. Aytekin, S. Solakoğlu). İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri.

KAROL, S., SULUDERE, Z., ve AYVALI, C. (2000). ***Biyoloji Terimleri Sözlüğü*** (2. Baskı). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

KEETON, W., & GOULD, J. (2004). ***Genel Biyoloji*** (5. Baskı Çeviri Editörleri A. Demirsoy, İ. Türkan, E. Gündüz). Ankara: Palme Yayıncılık.

KOCATAŞ, A. (2008). ***Ekoloji Çevre Biyolojisi*** (10. Baskı). İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

KOÇİN, A. (1989). ***Çağını Aşanlar.*** Bilim ve Teknik (260), 42.

ÖZATA, M. (2014). ***Hayat Kurtaran Vitaminler ve Minaraller.*** İstanbul: Hayykitap.

REECE, J., & URRY, L. (2013). ***Campbell Biyoloji*** (9. Baskı Çeviri Editörleri E. Gündüz, İ. Türkan). Ankara: Palme Yayıncılık.

REECE, J., SIMON, E., DICKEY, J., & HOGAN, K. (2017). ***Campbell Temel Biyoloji*** (5. Baskı Çeviri Editörleri E. Gündüz, İ. Türkan). Ankara: Palme Yayıncılık.

SADAVA, D., HILLIS, D., HELLER, H., & BERENBAUM, M. (2014). ***Yaşam Biyoloji Bilimi*** (9. Baskı Çeviri Editörleri E. Gündüz, İ. Türkan). Ankara: Palme Yayıncılık.

TORTORA, G., & DERRICKSON, B. (2017). ***Principles of Anatomy and Physiology*** (15th Edition). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

YILDIRIM, M. (2012). ***İnsan Anatomisi*** (7. Baskı). İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri.

Genel Ağ Kaynakça

8657, Depresyon-1pdf.pdf. 11.01.2018 tarihinde https://dosyasb.saglik.gov.tr/Eklenti/8657,depresyon-1pdf.pdf?0 adresinden alındı, erişim saati: 13:45

Akılcı İlaç Kullanımı İle İlgili Sık Sorulan Sorular ve Cevaplar. (http://www.akilciilac.gov.tr) 01.01.2018 tarihinde http://www.akilciilac.gov.tr/?page_id=599 adresinden alındı, erişim saati: 23:00

BESLER, H. T. (2015, 07). Türkiye'ye Özgü Besin ve Beslenme Rehberi. 21.01.2018 tarihinde http://www.bdb.hacettepe.edu.tr/TOBR_kitap.pdf adresinden alındı, erişim saati: 13:15

Bilim Adamı ve Hekim Olarak İbn Sina'nın Kısa Bir Değerlendirmesi. 11.01.2018 tarihinde http://www.deontoloji.hacettepe.edu.tr/ekler/pdf/esin_kahya/esin_kahya_ibnisina.pdf adresinden alındı, erişim saati: 10:13

ÇİLLİ, A. S. (2016, 03 31). Sosyal Medya Kullanımı ve Depresyon İlişkisi. 11.01.2018 tarihinde http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/sosyal-medya-kullanimi-ve-depresyon-iliskisi adresinden alındı, erişim saati: 13:25

Depresyon nedir? Belirtileri, türleri ve tedavi seçenekleri. (2017, 11 04). 25.12.2017 tarihinde https://www.medikalakademi.com.tr/depresyon-nedir-belirtileri-tani-ve-tedavisi/ adresinden alındı, erişim saati: 21:33

DÜLGER, D., ve ŞAHAN, Y. (2011). Diyet Lifin Özellikleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri. Uludağ Üni Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(2), 147-157. 25.12.2017 tarihinde http://ucmaz.home.uludag.edu.tr/PDF/ziraat/2011-25(2)/M14.pdf adresinden alındı, erişim saati: 11:10

Fiziksel Aktivite. (Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü) 15.01.2018 tarihinde http://ailehekimligi.gov.tr/salk-ve-bakm/265-fiziksel-aktivite.html adresinden alındı, erişim saati: 00:15

Grup Florence Nightingale Hastaneleri. 12.01.2017 tarihinde https://www.florence.com.tr/organ-doku-ve-hucre-nakli-bilgiler/Bobrek-Nakli/103/Kimler-Bobrek-Nakli-icin-Verici-Donor-Olabilir adresinden alındı, erişim saati: 00:25

Hacettepe Üniversitesi Doku ve Organ Nakli Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi. (Hacettepe Üniversitesi) 28.12.2017 tarihinde http://www.organnakli.hacettepe.edu.tr/olum.shtml adresinden alındı, erişim saati: 00:45

Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. Gebelik Döneminde Beslenme. 30.01.2018 tarihinde www.thsm.gov.tr/upload/files/BESLENME.docx adresinden alındı, erişim saati: 01:23

İstanbul Mesek Hastlıkları Hastanesi. 14.09.2017 tarihinde http://www.imhh.gov.tr/tr/page/meslek-hastalilari-nedir-neden-onemlidir-243 adresinden alındı, erişim saati: 09:44

Meslek Hastalıkları.pdf. 15.09.2017 tarihinde https://www.csgb.gov.tr/media/2070/meslekhastaliklari.pdf adresinden alındı, erişim saati: 14:20

ÖZKAN, K. (2006). http://buldansempozyumu.pau.edu.tr/kitap/12.oturum/1.pdf. Buldan Sempozyumu. Buldan. 11.01.2018 tarihinde http://buldansempozyumu.pau.edu.tr/kitap/12.oturum/1.pdf adresinden alındı, erişim saati: 21:01

SAĞLAM, D. Doğu Karadeniz' deki Deniz Salyangozunun Rapana thomasiana Crosse, 1861 Biyo-Ekolojisi. http://dergipark.ulakbim.gov.tr: 22.12.2017 tarihinde http://dergipark.gov.tr/download/article-file/204430 adresinden alındı, erişim saati: 11:37

Sağlıklı Omurga için Neler Yapılmalı? 22.01.2018 tarihinde http://www.acibadem.com.tr/omurgasagligimerkezi/saglikli-omurga-icin-neler-yapilmali/ adresinden alındı, erişim saati: 13:05

ŞEHİRLİ, A. Ö. (2015, 11). Hamilelikte İlaç Kullanımı. 05.01.2018 tarihinde https://neu.edu.tr/wp-content/uploads/2015/11/Hamilelikte-%C4%B0la%C3%A7-Kullan%C4%B1m%C4%B1-Ahmet-%C3%96zer-%C5%9Eehirli.pdf adresinden alındı, erişim saati: 15:15

Türk Toraks Derneği. 14.09.2017 tarihinde http://www.toraks.org.tr/halk/News.aspx?detail=2805 adresinden alındı, erişim saati: 14:28

Türkiye İstatistik Kurumu. 21.12.2017 tarihinde http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1100 adresinden alındı, erişim saati: 00:05

Türkiye İstatistik Kurumu, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, 2016. 22.12.2017 tarihinde http://www.tuik.gov.tr/HbGetirHTML.do?id=24638 adresinden alındı, erişim saati: 09:28

Türkiye İstatistik Kurumu, Nüfus Projeksiyonları, 2013-2075. 22.12.2017 tarihinde http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=15844 adresinden alındı, erişim saati: 07:07

Türkiye'nin Demografik Dönüşümü. 26.12.2017 tarihinde http://www.hips.hacettepe.edu.tr/TurkiyeninDemografikDonusumu_220410.pdf adresinden alındı, erişim saati: 07:15

World Population Prospects-Population Division. (2017). (United Nations) 01.01.2018 tarihinde https://esa.un.org/unpd/wpp/Download/Standard/Population/ adresinden alındı, erişim saati: 09:05

Görsel Kaynakça

Sayfa: 0, Görsel: Kitap Kapağı, Shutterstock ID 719729686
Sayfa: 13, Görsel: 1. Ünite Kapak Görseli, Shutterstock ID 614096342
Sayfa: 14, Görsel: 3. Bölüm Kapak Görseli, Dreamstime ID 26057542
Sayfa: 15, Görsel: 3. Bölüm Giriş Metni, Shutterstock ID 390726835
Sayfa: 16, Görsel: 1.1.1, Dreamstime ID 47546395
Sayfa: 16, Görsel: 1.1.2, Dreamstime ID 35116978
Sayfa: 17, Görsel: 1.1.3, Dreamstime ID 92518761
Sayfa: 18, Görsel: 1.1.4, Shutterstock ID 47585880, 360969659
Sayfa: 18, Görsel: 1.1.5, Dreamstime ID 71767081
Sayfa: 19, Görsel: 1.1.6, Dreamstime ID 47546395
Sayfa: 21, Görsel: 1.1.8, Dreamstime ID 71767081, 123RF ID 54018269
Sayfa: 24, Görsel: 1.1.9, 123RF ID 9721142
Sayfa: 24, Görsel: 1.1.10, Shutterstock ID 501258979
Sayfa: 25, Görsel: 1.1.11, Shutterstock ID 43656791
Sayfa: 26, Görsel: 1.1.12, Dreamstime ID 62938150
Sayfa: 26, Görsel: 1.1.13, Dreamstime ID 54987873
Sayfa: 27, Görsel: 1.1.14, Dreamstime ID 26879632
Sayfa: 28, Görsel: 1.1.15, Dreamstime ID 62938150
Sayfa: 28, Görsel: 1.1.16, Dreamstime ID 40384545
Sayfa: 29, Görsel: 1.1.17, Dreamstime ID 91910394, 33105642
Sayfa: 32, Görsel: 1.1.18, Dreamstime ID 30057952, 26503306
Sayfa: 33, Görsel: 1.1.19, Dreamstime ID 70462901
Sayfa: 33, Görsel: 1.1.20, Dreamstime ID 27345479
Sayfa: 33, Görsel: 1.1.21, Dreamstime ID 45045593
Sayfa: 34, Görsel: 1.1.22, Dreamstime ID 60360378
Sayfa: 36, Görsel: 1.1.23, Dreamstime ID 17377995
Sayfa: 36, Görsel: 1.1.24, Dreamstime ID 59085590
Sayfa: 37, Görsel: 1.1.25, Dreamstime ID 30057976
Sayfa: 37, Görsel: 1.1.26, Dreamstime ID 25923053
Sayfa: 38, Görsel: 1.1.27, Dreamstime ID 53710908

Sayfa: 39, Görsel: 1.1.28, Dreamstime ID 39562140
Sayfa: 39, Görsel: 1.1.29, Dreamstime ID 55566799
Sayfa: 40, Görsel: 1.1.30, Dreamstime ID 27345479
Sayfa: 40, Görsel: 1.1.31, Dreamstime ID 26879632
Sayfa: 42, Görsel: 1.1.32, Dreamstime ID 35129869
Sayfa: 43, Görsel: 1.1.33, Dreamstime ID 65416401
Sayfa: 44, Görsel: Gazi Yaşargil, http://ebulten.yeditepe.edu.tr/yeditepe_tanitim/files/assets/common/page-substrates/page0022.jpg, ET. 14.01.2018 Saat: 00.04
Sayfa: 46, Görsel: 1.1.34, Dreamstime ID 49173368
Sayfa: 48-49, Görsel: 1.1.35, Dreamstime ID 24992479
Sayfa: 49, Görsel: 1.1.36, Shutterstock ID 491792734
Sayfa: 50, Görsel: 1.1.37, Dreamstime ID 19746175
Sayfa: 51, Görsel: 1.1.38, Dreamstime ID 19931475
Sayfa: 51, Görsel: 1.1.39, Dreamstime ID 19931475
Sayfa: 52, Görsel: 1.1.40, Dreamstime ID 27053232
Sayfa: 52, Görsel: 1.1.41, Dreamstime ID 27053288
Sayfa: 52, Görsel: 1.1.42, Dreamstime ID 40939868
Sayfa: 53, Görsel: 1.1.43, Dreamstime ID 84910625
Sayfa: 54, Görsel: 1.1.44, Dreamstime ID 24694723
Sayfa: 55, Görsel: 1.1.45, Dreamstime ID 23875555
Sayfa: 56, Görsel: 1.1.46, Dreamstime ID 40618050
Sayfa: 57, Görsel: 1.1.47, Dreamstime ID 73964609
Sayfa: 62, Görsel: Göz Görseli, Shutterstock ID 20375656
Sayfa: 64, Görsel: 2. Bölüm Kapak Görseli, 123RF ID 7715635
Sayfa: 65, Görsel: 2. Bölüm Giriş Metni Görseli, Shutterstock ID 131119001
Sayfa: 66, Görsel: 1.2.1, 123RF ID 47420632
Sayfa: 67, Görsel: 1.2.2, Shutterstock ID 33044812 - 123RF ID 47420632
Sayfa: 68, Görsel: 1.2.3, Dreamstime ID 24267703
Sayfa: 68, Görsel: 1.2.4, Shutterstock ID 139120688
Sayfa: 68, Görsel: 1.2.5, 123RF ID 31977968
Sayfa: 68, Görsel: 1.2.6, 123RF ID 27905832
Sayfa: 69, Görsel: 1.2.7, 123RF ID 33778439
Sayfa: 70, Görsel: 1.2.8, 123RF ID 14601406
Sayfa: 70, Görsel: 1.2.9, 123RF ID 51283765
Sayfa: 71, Görsel: 1.2.10, 123RF ID 28500045
Sayfa: 71, Görsel: 1.2.11, Shutterstock ID 718676989
Sayfa: 72, Görsel: 1.2.12, 123RF ID 493659607
Sayfa: 72, Görsel: 1.2.13, 123RF ID 19192062, 89929678
Sayfa: 72, Görsel: 1.2.14, 123RF ID 11122409, 89853463
Sayfa: 73, Görsel: 1.2.15, 123RF ID 26004628, 89929799
Sayfa: 73, Görsel: 1.2.16, 123RF ID 32779971, 11122409, 584508385, 28500045
Sayfa: 74, Görsel: 1.2.17, 123RF ID 33388622
Sayfa: 75, Görsel: 1.2.18, 123RF ID 60662662
Sayfa: 76, Görsel: 1.2.19, 123RF ID 78085438
Sayfa: 77, Görsel: 1.2.20, 123RF ID 78688372
Sayfa: 77, Görsel: 1.2.21, Shutterstock ID 78688372
Sayfa: 79, Görsel: 1.2.22, 123RF ID 90044076, 90089696, 20679956
Sayfa: 80, Görsel: Uygulama Görseli, Shutterstock ID 28909687
Sayfa: 83, Görsel: 1.2.23, Shutterstock ID 541092904
Sayfa: 88, Görsel: 3. Bölüm Kapak Görseli, Shutterstock ID 133426868
Sayfa: 89, Görsel: 3. Bölüm Giriş Metni Görseli, Shutterstock ID 624181235
Sayfa: 91, Görsel: 1.3.1, 123RF ID 27449807
Sayfa: 92, Görsel: 1.3.2, 123RF ID 32275086, 33450127
Sayfa: 92 , Görsel: 1.3.3, 123RF ID 16437397
Sayfa: 93, Görsel: 1.3.4, 123RF ID 24193363
Sayfa: 93, Görsel: 1.3.5, 123RF ID 48361370
Sayfa: 94, Görsel: 1.3.6, 123RF ID 53274645
Sayfa: 95, Görsel: 1.3.7, 123RF ID 40399802
Sayfa: 96, Görsel: 1.3.8, 123RF ID 36278560, 9933713
Sayfa: 97, Görsel: 1.3.9, 123RF ID 9933713
Sayfa: 101, Görsel: 1.3.11, 123RF ID 68257673

Sayfa: 101, Görsel: 1.3.12, 123RF ID 37498850
Sayfa: 102, Görsel: 1.3.13, 123RF ID 39816711
Sayfa: 102, Görsel: 1.3.14, Shutterstock ID 675864844
Sayfa: 102, Görsel: 1.3.15, Shutterstock ID 257581570
Sayfa: 104, Görsel: Karaciğer Görseli, 123RF ID 36278560
Sayfa: 104, Görsel: Sindirime Ait Yapılar, 123RF ID 15326364
Sayfa: 106, Görsel: 4. Bölüm Kapak Görseli, Shutterstock ID 54671239
Sayfa: 107, Görsel: 4. Bölüm Giriş Metni Görseli, Shutterstock ID 116712640
Sayfa: 108, Görsel: 1.4.1, 123RF ID 47868556
Sayfa: 109, Görsel: 1.4.2, Shutterstock ID 76383610
Sayfa: 110, Görsel: 1.4.3, Shutterstock ID 76383658
Sayfa: 110, Görsel: 1.4.4, Shutterstock ID 609726200
Sayfa: 112, Görsel: 1.4.5, 123RF ID 23684900
Sayfa: 113, Görsel: 1.4.6, Shutterstock ID 46171528, 123RF 34303198
Sayfa: 115, Görsel: 1.4.7, 123RF ID 12092755
Sayfa: 115, Görsel: 1.4.8, 123RF ID 16032409
Sayfa: 116, Görsel: 1.4.9, Shutterstock ID 178951610
Sayfa: 117, Görsel: 1.4.10, 123RF ID 32041461
Sayfa: 118, Görsel: 1.4.11, Shutterstock ID 133426889
Sayfa: 118, Görsel: 1.4.12, 123RF ID 50194921
Sayfa: 119, Görsel: 1.4.13, 123RF ID 16032409
Sayfa: 120, Tablo: 1.4.2, 123RF ID 39761591
Sayfa: 123, Görsel: 1.4.15, 123RF ID 39001540
Sayfa: 124, Görsel: 1.4.16, 123RF ID 38814967, 87571640
Sayfa: 124, Görsel: 1.4.17, 123RF ID 46314304
Sayfa: 125, Görsel: 1.4.18, 123RF ID 69134147, 59314343
Sayfa: 128, Görsel: 1.4.20, 123RF ID 64857493
Sayfa: 129, Görsel: 1.4.21, 123RF ID 48898996
Sayfa: 131, Görsel: 1.4.22, Shutterstock ID 432466561
Sayfa: 131, Görsel: 1.4.23, Shutterstock ID 388644496
Sayfa: 134, Görsel: Dolaşım Sistemi, ID 46900585
Sayfa: 136, Görsel: Damar Kesitleri, Shutterstock ID 46171528, 123RF 34303198
Sayfa: 136, Görsel: Kalp Görseli, 123RF ID 9442886
Sayfa: 138, Görsel: 5. Bölüm Kapak Görseli, Shutterstock ID 54671239
Sayfa: 139, Görsel: 5. Bölüm Giriş Metni Görseli, Shutterstock ID 494374924
Sayfa: 140, Görsel: 1.5.1, Shutterstock ID 419490043
Sayfa: 140, Görsel: 1.5.2, 123RF ID 11713021
Sayfa: 141, Görsel: 1.5.3, 123RF ID 69053437
Sayfa: 142, Görsel: 1.5.4, 1.5.5, 123RF ID 34592110
Sayfa: 143, Görsel: 1.5.6, 123RF ID 36278558, Shutterstock 501258979
Sayfa: 144, Görsel: 1.5.7, Shutterstock ID 335254577
Sayfa: 146, Görsel: 1.5.9, 123RF ID 20185410
Sayfa: 147, Görsel: 1.5.10, Shutterstock ID 528874510
Sayfa: 150, Görsel: Akciğer Görseli, 123RF ID 33514647
Sayfa: 152, Görsel: 6. Bölüm Kapak Görseli, Shutterstock ID 130091843, 755626942
Sayfa: 153, Görsel: 6. Bölüm Giriş Metni Görseli, Shutterstock ID 279005117
Sayfa: 154, Görsel: 1.6.1, 123RF ID 29040633
Sayfa: 155, Görsel: 1.6.2, Shutterstock ID 104183867
Sayfa: 155, Görsel: 1.6.3, 123RF ID 46940802
Sayfa: 156, Görsel: 1.6.4, Shutterstock ID 77325199
Sayfa: 157, Görsel: 1.6.5, 123RF ID 27448269
Sayfa: 159, Görsel: 1.6.6, 123RF ID 27453984
Sayfa: 160, Görsel: 1.6.7, Shutterstock ID 409736524, 116071294
Sayfa: 161, Görsel: 1.6.8, Shutterstock ID 189953069
Sayfa: 162, Görsel: 1.6.9, Shutterstock ID 688852144
Sayfa: 164, Görsel: Boşaltım Sistemi Görseli, 123RF ID 19902291
Sayfa: 164, Görsel: Nefron Görseli, 123RF ID 27453984
Sayfa: 166, Görsel: 7. Bölüm Kapak Görseli, Shutterstock ID 386971264
Sayfa: 167, Görsel: 7. Bölüm Giriş Metni Görseli, Shutterstock ID 306165020
Sayfa: 168, Görsel: 1.7.1, Shutterstock ID 90913736
Sayfa: 168, Görsel: 1.7.2, Shutterstock ID 448005532
Sayfa: 169, Görsel: 1.7.3, 123RF ID 116877622
Sayfa: 170, Görsel: 1.7.4, Shutterstock ID 448005532

Sayfa: 171, Görsel: 1.7.5, Shutterstock ID 239578021
Sayfa: 172, Görsel: 1.7.6, 123RF ID 16032401
Sayfa: 174, Görsel: 1.7.7, 123RF ID 91093100
Sayfa: 174, Görsel: 1.7.8, 123RF ID 26552470
Sayfa: 175, Görsel: 1.7.9, Shutterstock ID 414103273
Sayfa: 176, Görsel: 1.7.10, Shutterstock ID 433022800
Sayfa: 177, Görsel: 1.7.11, Shutterstock ID 166170173
Sayfa: 178, Görsel: 1.7.12, Shutterstock ID 362617520
Sayfa: 180, Görsel: 1.7.13, Shutterstock ID 676499830
Sayfa: 181, Görsel: 1.7.14, Shutterstock ID 613242485
Sayfa: 181, Görsel: 1.7.15,1.7.16, Shutterstock ID 721325632
Sayfa: 182, Görsel: 1.7.17, Shutterstock ID 721325632
Sayfa: 182, Görsel: 1.7.18, Shutterstock ID 658148110
Sayfa: 182, Görsel: 1.7.19, Shutterstock ID 521599000, 717690991
Sayfa: 183, Görsel: 1.7.20, Shutterstock ID 627637073
Sayfa: 188, Görsel: Beyin Görseli, Shutterstock ID 329843879
Sayfa: 189, Görsel: Kulak Yapısı Görseli, Shutterstock ID 79592488
Sayfa: 189, Görsel: Dalak Görseli, Shutterstock ID 555643480
Sayfa: 191, Görsel: Kardiak Döngü, Shutterstock ID 620657708
Sayfa: 196, Görsel: Göz Görseli, Shutterstock ID 141161560
Sayfa: 199, Görsel: 2. Ünite Kapak Görseli, Shutterstock ID 735062569
Sayfa: 200, Görsel: 2. Ünite 1. Bölüm Kapak Görseli, Shutterstock ID 273571925
Sayfa: 201, Görsel: 2. Ünite 1. Bölüm Giriş Metni Görseli, Shutterstock ID 579381907
Sayfa: 202, Görsel: 2.1.1, 123RF ID 23283460
Sayfa: 202, Görsel: 2.1.2, Shutterstock ID 490027018
Sayfa: 203, Görsel: 2.1.3, Shutterstock ID 247010986, 370968179, 475026937, 517567219
Sayfa: 204, Görsel: 2.1.4, Shutterstock ID 24290026
Sayfa: 206, Görsel: 2.1.5, Shutterstock ID 728596513
Sayfa: 207, Grafik: 2.1.3, Shutterstock ID 177443987, 753324736
Sayfa: 208, Görsel: 2.1.6, Shutterstock ID 78910651
Sayfa: 208, Görsel: 2.1.7, Shutterstock ID 136832285
Sayfa: 209, Görsel: 2.1.8, Shutterstock ID 343324223
Sayfa: 210, Görsel: 2.1.9, Shutterstock ID 729057286
Sayfa: 210, Görsel: 2.1.10, Shutterstock ID 602544362
Sayfa: 211, Görsel: 2.1.11, Shutterstock ID 398411224
Sayfa: 211, Görsel: 2.1.12, Shutterstock ID 528102304
Sayfa: 212, Görsel: 2.1.13, Shutterstock ID 762400615
Sayfa: 212, Görsel: 2.1.14, Shutterstock ID 395277880, 760499632
Sayfa: 213, Görsel: 2.1.15, Shutterstock ID 666810028
Sayfa: 213, Görsel: 2.1.16, Shutterstock ID 304751819, 71639218, 138329135
Sayfa: 214, Görsel: 2.1.17, Osman Ünlü (Amatör Fotoğrafçı)
Sayfa: 218, Görsel: 2. Ünite 2. Bölüm Kapak Görseli, Shutterstock ID 448742977, 524883094
Sayfa: 219, Görsel: 2. Ünite 2. Bölüm Giriş Metni Görseli, Shutterstock ID 357434579
Sayfa: 220, Görsel: 2.2.1, Musa Dikmenli (Amatör Fotoğrafçı)
Sayfa: 221, Görsel: 2.2.2, Shutterstock ID 709105951, 579381913
Sayfa: 221, Görsel: 2.2.3, Shutterstock ID 363762491, 104782772
Sayfa: 221, Görsel: 2.2.4, Shutterstock ID 557866879, 179766389
Sayfa: 222, Görsel: 2.2.5, Shutterstock ID 571546645, 702834727, 723934414, 765312130, 777289900
Sayfa: 224, Grafik: 2.2.2, Shutterstock ID 62276659, 106758911, 507118630, 735062569

Bu kitapta yer alan dreamstime, shutterstock ve 123RF Genel Ağ görsel depo kaynaklarına ait tüm görseller 10.102017-11.02.2018 tarihleri arasında indirilmiştir. Diğer bütün görseller, görsel tasarım uzmanları tarafından hazırlanmıştır.

Karekod Uzantıları

Sayfa 17: http://www.eba.gov.tr/video/izle/79077ea13c46608ac49ad87a38db6029ac4b481ed6002
Sayfa 21: http://www.eba.gov.tr/video/izle/49657ea13c46608ac49ad87a38db6029ac4b481ed6001
Sayfa 22: http://www.eba.gov.tr/video/izle/4995faf477824a2454cfcb8cf99fa769f4159c76b8050
Sayfa 23: http://www.eba.gov.tr/video/izle/1534faf477824a2454cfcb8cf99fa769f4159c76b8048
Sayfa 65: http://www.eba.gov.tr/video/izle/25615af4db8d1c4664b61bd0a58d774b6e9592d09c001
Sayfa 67: http://www.eba.gov.tr/video/izle/70925eb60e20463874d018588fc3359a472802d09c001
Sayfa 70: http://www.eba.gov.tr/video/izle/95635eb60e20463874d018588fc3359a472802d09c001
Sayfa 72: http://www.eba.gov.tr/video/izle/24945eb60e20463874d018588fc3359a472802d09c001
Sayfa 74: http://www.eba.gov.tr/video/izle/8300566ed968451b14a88a1fd43c0ebccb5f32d09c001
Sayfa 91: http://www.eba.gov.tr/video/izle/824652a884d17871248b4807d510a2a6fe7552d09c001
Sayfa 94: http://www.eba.gov.tr/video/izle/91975efab1d9ffa2f4688bedd8a2248eceb062d09c001
Sayfa 95: http://www.eba.gov.tr/video/izle/9819566ed968451b14a88a1fd43c0ebccb5f32d09c001
Sayfa 95: http://www.eba.gov.tr/video/izle/4343566ed968451b14a88a1fd43c0ebccb5f32d09c001
Sayfa 101: http://www.eba.gov.tr/video/izle/95985f4f4869c509e4beea6207fe65d445de9bb602001
Sayfa 107: http://www.eba.gov.tr/video/izle/63395af4db8d1c4664b61bd0a58d774b6e9592d09c001
Sayfa 110: http://www.eba.gov.tr/video/izle/63425af4db8d1c4664b61bd0a58d774b6e9592d09c001
Sayfa 110: http://www.eba.gov.tr/video/izle/74275eb60e20463874d018588fc3359a472802d09c001
Sayfa 118: http://www.eba.gov.tr/video/izle/852752a9abb7ce68940528a0e7d130fedbdf32d09c001
Sayfa 120: http://www.eba.gov.tr/video/izle/369552a9abb7ce68940528a0e7d130fedbdf32d09c001
Sayfa 127: http://www.eba.gov.tr/video/izle/2525566ed968451b14a88a1fd43c0ebccb5f32d09c001
Sayfa 128: http://www.eba.gov.tr/video/izle/13105eb60e20463874d018588fc3359a472802d09c001
Sayfa 129: http://www.eba.gov.tr/video/izle/53925eb60e20463874d018588fc3359a472802d09c001
Sayfa 129: http://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr/sites/default/files/posterler/kasim_2016_poster.pdf
Sayfa 139: http://www.eba.gov.tr/video/izle/36695eb60e20463874d018588fc3359a472802d09c001
Sayfa 143: http://www.eba.gov.tr/video/izle/68355eb60e20463874d018588fc3359a472802d09c001
Sayfa 153: http://www.eba.gov.tr/video/izle/66415c7abfbdb190e430d8c9da888dd4be6272d09c001
Sayfa 160: http://www.eba.gov.tr/video/izle/527257f91f701b0bb4578905bc3561b168a56bb602003
Sayfa 170: http://www.eba.gov.tr/video/izle/86577163358987d47403a8fccbd41d53db82481ed6001
Sayfa 175: http://www.eba.gov.tr/video/izle/48187c8120b8d96fa4761b271c6c21f3eeef881ed6001
Sayfa 200: http://www.eba.gov.tr/video/izle/9889507546752f6d34488989b77e92a069c762d09c001